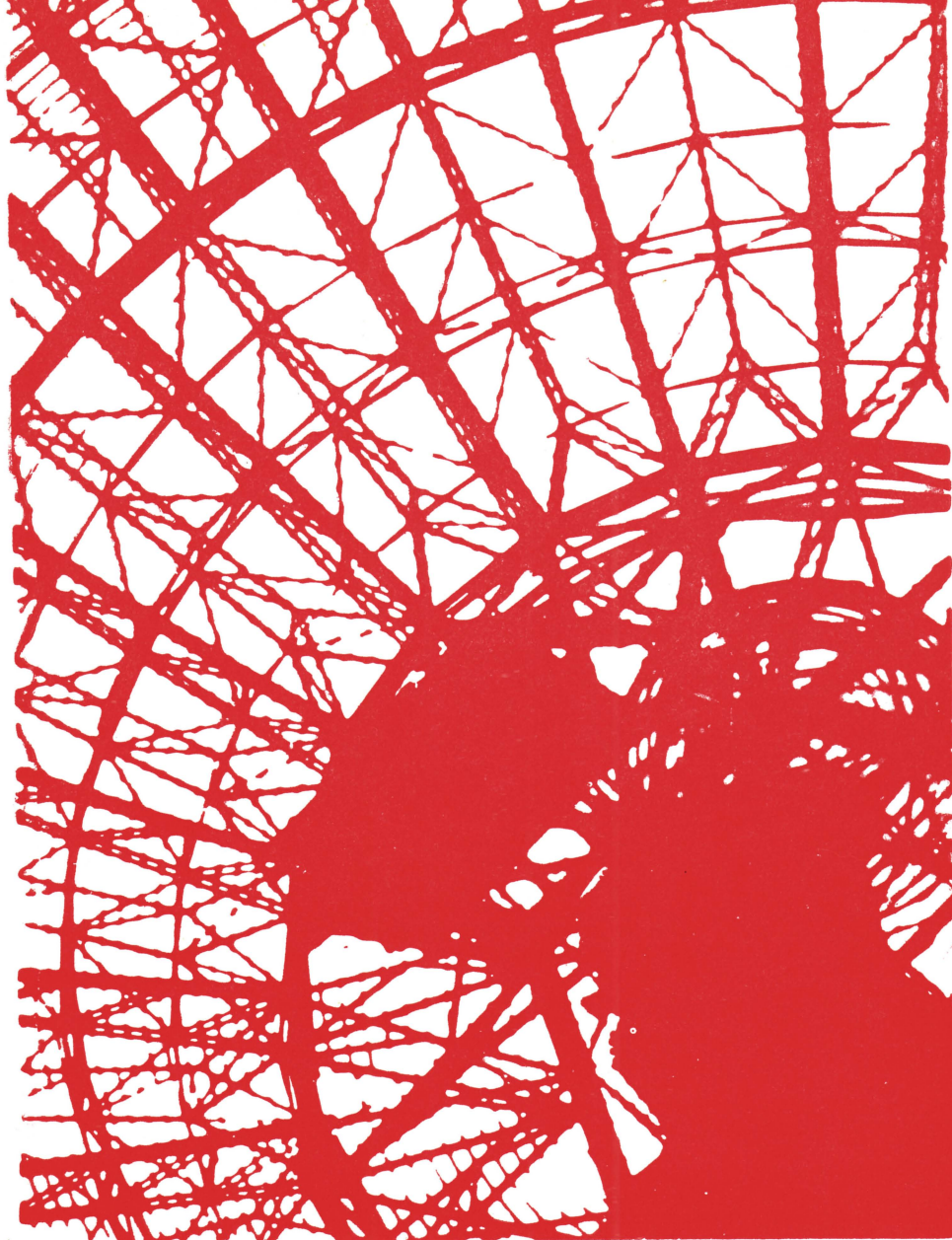




6 1975 **ЗЕМЛЯ**
И
ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Успешное завершение полета автоматических станций «Венера-9» и «Венера-10»



22 октября 1975 года межпланетная автоматическая станция «Венера-9», преодолев за 136 суток полета расстояние более 300 млн. км, выведена на орбиту вокруг Венеры и стала первым в истории искусственным спутником планеты Венеры.

Спускаемый аппарат станции совершил мягкую посадку на поверхность Венеры. Впервые в условиях атмосферы планеты Венера при давлении, в 90 раз большем, чем на Земле, и температуре 485°C получено уникальное изображение поверхности планеты в месте посадки.

В ходе полета по межпланетной траектории с автоматической станцией «Венера-9» было проведено 90 сеансов связи, во время которых осуществлялось управление полетом станций, контролировалось состояние ее бортовых систем, измерялись параметры траектории движения и проводились научные исследования физических процессов, протекающих в космическом пространстве.

Для обеспечения выхода станции в расчетную точку околопланетного пространства и для создания необходимых условий отделения и входа спускаемого аппарата в атмосферу Венеры были проведены две коррекции траектории полета станции.

За двое суток до входа в атмосферу Венеры 20 октября от автоматической станции отделился спускаемый аппарат. Станция «Венера-9» после отделения спускаемого аппарата 22 октября была переведена на эллиптическую орбиту искусственного спутника Венеры с минимальной высотой над поверхностью планеты около 1500 км и периодом обращения около двух суток.

Установленная на спутнике научная аппаратура предназначена для исследования химического состава и физических характеристик атмосферы и структуры облаков, магнитного поля Венеры, характеристик плазмы в зоне обтекания планеты солнечным ветром.

22 октября в 6 часов 58 минут московского времени спускаемый аппарат вошел в атмосферу Венеры со скоростью 10,7 км/с. В процессе аэродинамического торможения в атмосфере скорость полета спускаемого аппарата снизилась до 250 м/с, после чего бортовой автоматикой была введена в действие парашютная система. Во время снижения на парашютах впервые был проведен комплекс исследований облачного слоя планеты.

На высоте 50 км парашютная система была отделена, после чего спускаемый аппарат продолжал спуск с

использованием аэродинамической системы торможения и в 8 часов 13 минут московского времени произвел мягкую посадку на поверхность Венеры.

Конструкция спускаемого аппарата обеспечила нормальное функционирование бортовых систем и научной аппаратуры в период прохождения атмосферы планеты и работы на ее поверхности.

Во время снижения спускаемого аппарата и в течение 53 минут после посадки с помощью установленной на нем научной аппаратуры проводились исследования атмосферы и поверхности планеты, а также передавалось изображение места посадки. Сигналы со спускаемого аппарата принимались на борту искусственного спутника Венеры и ретранслировались на Землю.

Получены данные об облачном слое планеты, оптических характеристиках и параметрах атмосферы Венеры, об условиях освещенности на поверхности, а также о физических свойствах и характере грунта в месте посадки.

На борту автоматической станции «Венера-9» — искусственном спутнике планеты Венера установлен вымпел с барельефом Владимира Ильича Ленина. На спускаемом аппарате установлен вымпел с изображением Государственного герба СССР.

(Продолжение на 3-ей странице обложки.)

Изображение поверхности планеты Венера в месте посадки спускаемого аппарата станции «Венера-9». Светлый сегмент внизу — часть посадочного устройства. Справа — лежащий на поверхности прибор — плотномер (показан стрелкой). Полосы на снимке — участки передачи информации о работе научной аппаратуры. (Изображение публикуется без предварительной обработки)

Фотохроника ТАСС

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

6 НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ 1975 И ЗЕМЛЯ ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

П. Ф. Чугайнов — Звездные пятна, вспышки и литий	4
П. Р. Амнуэль — Черные дыры — сколько их?	8
В. Л. Масайтис — Астрооблемы	13
А. Н. Пушков — Вековые вариации геомагнитного поля	18
В. А. Бронштэн — Человек изучает атмосферу	25
А. Д. Бойко — Внутри шарового звездного скопления	34

ЛЮДИ НАУКИ

Памяти Глеба Александровича Чеботарева	40
А. И. Еремеева — Гавриил Адрианович Тихов	42

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Ю. С. Геншафт, А. Я. Салтыковский — Вулканизм ранних стадий Земли	46
---	----

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В. Л. Ченакал — Первые обсерватории Петербургской академии наук	50
В. М. Пасецкий — Декабристы и науки о Земле	57

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Р. В. Куницкий — Преподавание астрономии в средней школе	64
Ю. А. Скляр — Каким быть школьному курсу астрономии?	65
И. И. Сысоев — Полнее учитывать психологию усвоения знаний	67
Ф. Ю. Зигель — Об астрономии в школе будущего	68
П. Н. Карницкий — Курс астрономии должен быть интересен учащимся	69
А. Н. Леонов — Школе нужна новая программа	69

НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ

К. А. Порцевский — Планетарии мира	70
------------------------------------	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

В. С. Лазаревский — Астрономические явления в 1976 году	77
А. Н. Подъяпольский — «Девять писем одного года»	80
М. А. Бирнов — Совещаются активисты юношеских научных обществ	81

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

И. И. Неяченко — Андромеда	82
----------------------------	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

В. А. Рудов — Первый выход человека в космос	83
--	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

П. Г. Куликовский — Звездные атласы Михайлова	85
Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1975 году	93

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Академии наук Союза Советских Социалистических Республик, ученым, всем работникам советской науки [2]; Оледенение и вулканическая активность [24]; Самая далекая галактика [32]; XVI Генеральная ассамблея МГГС [48]; Ледяной поток [49]; Бурение на вулкане [49]; Новые книги [88]; Открытие источника Z-1 в созвездии Тельца [91].

Юбилей Академии наук воспринимается у нас как событие общенародного значения, первых, потому, что просвещение и наука традиционно пользуются в нашей стране огромным уважением и любовью. Во-вторых, потому, что ни при одном общественном строе до сих пор наука не занимала такого, я бы сказал, определяющего положения в экономическом и общественном развитии, как при социализме — и тем более при строящемся коммунизме. Животворный источник технико-экономического и социального прогресса, роста духовной культуры народа и его благосостояния — вот что такое для нас наука сегодня.

(Из речи Л. И. Брежнева на торжественном заседании в Кремлевском Дворце съездов, посвященном 250-летию юбилею Академии наук СССР)

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР сердечно поздравляют ученых, всех работников науки с 250-летним юбилеем Академии наук СССР. Создание Академии наук явилось знаменательной вехой в истории науки, просвещения и культуры нашей страны.

Академия наук прошла большой и славный путь и ныне по праву занимает ведущее положение во всей системе научных организаций в нашей стране, располагает широкой сетью научно-исследовательских учреждений самого различного профиля. Советский народ гордится своей академией, вписавшей немало ярких страниц в летопись научной мысли, высоко оценивает ее роль в развитии советской науки и ее участие в жизни стра-

Академии наук Союза Советских Социалистических Республик, ученым, всем работникам советской науки

ны. Празднование 250-летия Академии наук СССР вылилось во всенародный смотр достижений советской науки, продемонстрировало высокую общественную активность ученых, их нерушимое единство с партией, решимость воплотить в жизнь ее предназначения.

Великая Октябрьская социалистическая революция ознаменовала собой новую эру в истории человечества, пробудила могучую творческую энергию народных масс, получивших широкий доступ к знаниям. Наука и просвещение были поставлены на службу народу, Советской Родине, социалистическому строительству. У истоков советской науки стоял великий Ленин. Даже в тяжелые годы разрухи и гражданской войны вождем революции с большой теплотой и заботой относился к ученым, направлял научные силы на развертывание исследований, способствующих социалистическому преобразованию экономики и культуры первого в мире государства рабочих и крестьян.

Опираясь на постоянную поддержку партии и народа, советские ученые широким фронтом развернули фундаментальные и прикладные исследования, всегда находились на переднем крае борьбы за индустриализацию страны, социалистическое переустройство сельского хозяйства, осуществление подлинной культурной революции, много сделали для исторической победы над фа-

шизмом, для укрепления экономического и оборонного могущества нашей Отчизны.

Замечательные достижения советских ученых оказали большое влияние на развитие мировой науки и неотделимы от стремительного прогресса естествознания и передовой общественно-политической мысли XX века. Советская наука сыграла выдающуюся роль в превращении нашей страны в одну из самых мощных индустриальных держав. И сегодня она выступает важнейшим фактором научно-технического и социального прогресса, вносит весомый вклад в развитие современной цивилизации, способствует повышению международного престижа Советского Союза. Неизмеримо возрос международный авторитет Академии наук СССР, расширяется ее сотрудничество с зарубежными научными организациями, особенно научными организациями и учеными социалистических стран. Широкое одобрение и поддержку получает активное участие советских ученых в борьбе за мир и безопасность народов, разрядку международной напряженности.

В настоящее время, когда наша страна решает грандиозные по своим масштабам народно-хозяйственные и социально-политические задачи, особенно возрастает роль науки, которая на деле стала непосредственной производительной силой. Органическое соединение до-



стижений научно-технической революции с преимуществами социализма является характерной чертой современного этапа коммунистического строительства и необходимой предпосылкой создания материально-технической базы коммунизма, роста благосостояния советского народа, все более полного удовлетворения его материальных и духовных потребностей.

В нашем обществе созданы исключительно благоприятные условия для развития науки. Фундаментальные исследования в области естественных и общественных наук все в больших масштабах направляются на комплексное решение важнейших научно-технических и социальных проблем, определяющее быстрое развитие производительных сил, повышение эффективности производства и уровня жизни советского народа, на разработку актуальных вопросов общественного раз-

Товарищ Л. И. Брежнев прикрепляет орден Ленина к знамени Академии наук СССР

Фото А. Пахамова и А. Семеляка
(«Правда» 8 октября 1975 г.)

вития, формирование марксистско-ленинского мировоззрения трудящихся. Все большее значение для будущего человечества приобретает сейчас изучение и освоение земных недр, Мирового океана, охрана окружающей природной среды, исследование космического пространства.

Академия наук СССР — подлинный штаб советской науки, ее ведущая сила. Она призвана определять стратегию научного поиска, открывать пути научно-технического прогресса, объединять для решения поставленных задач усилия ученых академий наук союзных республик, высших учебных заведений, отраслевых и других

научно-исследовательских учреждений.

Все возрастающий интеллектуальный потенциал развитого социалистического общества, активная творческая деятельность ученых, их высокая ответственность перед народом, постоянное внимание и неустанная забота Коммунистической партии — залог дальнейших успехов советской науки.

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР выражают твердую уверенность в том, что Академия наук СССР, все работники советской науки встретят XXV съезд КПСС новыми творческими свершениями, внесут достойный вклад в строительство коммунизма.

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ КПСС
ПРЕЗИДИУМ ВЕРХОВНОГО СОВЕТА
СССР
СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР**



Кандидат физико-математических наук

П. Ф. ЧУГАЙНОВ

Звездные пятна, вспышки и литий

СТРАННЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

В 1965 году, во время поисков вспышек красных карликовых звезд мне удалось заметить, что у одной звезды, входившей в программу фотозлектрических наблюдений, блеск изменяется от ночи к ночи. Тогда же был определен ее период (3,8 дня) и построена кривая блеска, которая оказалась почти синусоидальной. Амплитуда этой переменной, получившей обозначение ВУ Дракона, в 1965 году составляла 0,23 звездной величины. В последующие годы периодичность изменений блеска звезды подтвердилась, но было обнаружено, что их амплитуда значительно уменьшилась — до одной десятой и даже до нескольких сотых звездной величины. Фотозлектрические наблюдения ВУ Дракона, выполненные раньше, в 1954 и 1960 годах, показали, что и тогда амплитуда блеска не превышала нескольких сотых звездной величины.

ВУ Дракона не единственный в своем роде феномен. Сейчас известно около десятка таких переменных звезд. Уже в 1967 году астрономы обсерватории Маунт Вилсон и Маунт Паломар В. Кшемминский и Р. Крафт сообщили о периодических изменениях блеска трех красных карликовых звезд. В Крымской астрофизической обсерватории обнаружены еще четыре звезды. Несколько таких переменных открыл бразильский астроном К. Торрес. Очень интересные спектральные исследования звезд типа ВУ Дракона выполнил в последнее время американский астроном Б. Бопп.

При рассмотрении кривых блеска

Звезды, сходные по спектральному классу и светимости с Солнцем, обычно имеют примерно такой же возраст, как и Солнце, — несколько миллиардов лет. Но среди них встречаются и молодые объекты с более мощными, чем у Солнца, хромосферой и звездной активностью.

Звезд типа ВУ Дракона особый интерес вызывает непостоянство амплитуды блеска. Это характерно не только для самой ВУ Дракона, но и для звезды СС Эридана, у которой, согласно наблюдениям Д. Эванса (США), в 1956 году амплитуда блеска была 0,3, а в 1964 году — не более нескольких сотых звездной величины. Изменения амплитуды, хотя и не столь сильные, отмечены и у некоторых других звезд.

Довольно часто кривые блеска звезд типа ВУ Дракона близки к синусоидальным. Но есть и исключения из этого правила. Например, на кривой блеска СС Эридана в 1956 году замечен участок постоянного блеска. Другая звезда, еще не получившая обозначения как переменная, — HD 224085 имеет кривую блеска, на которой отношение времени возрастания блеска ко времени его падения составляет приблизительно $3/2$. Точно такая же кривая блеска у переменной АУ Микроскопа, открытой Торресом.

Несколько переменных типа ВУ Дракона известны как спектрально-двойные звезды и одна УУ Блинецов — как затменно-двойная. У некоторых из них период изменений блеска

(его называют фотометрическим периодом) совпадает с орбитальным периодом, например у СС Эридана, но у ВУ Дракона фотометрический и спектральный периоды существенно различны — 3,8 и 5,98 дня, соответственно.

«ПЯТНИСТЫЕ» ЗВЕЗДЫ

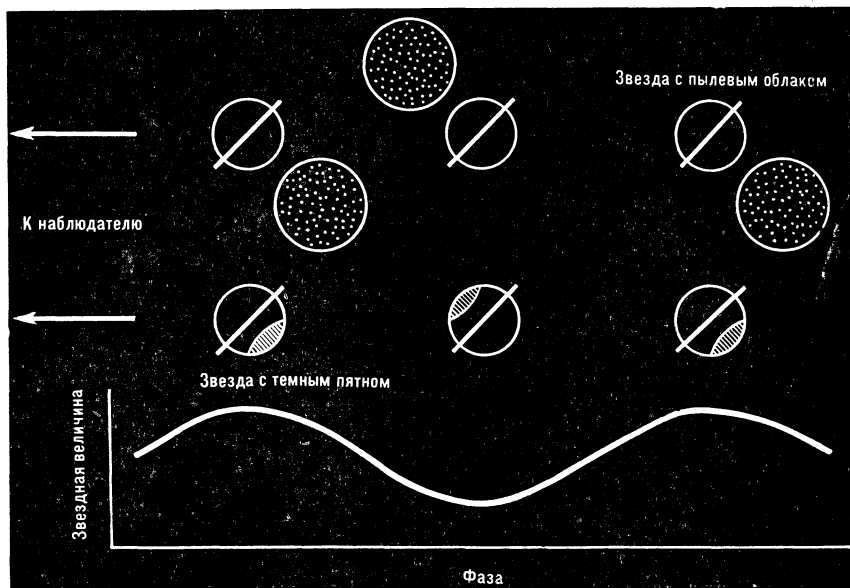
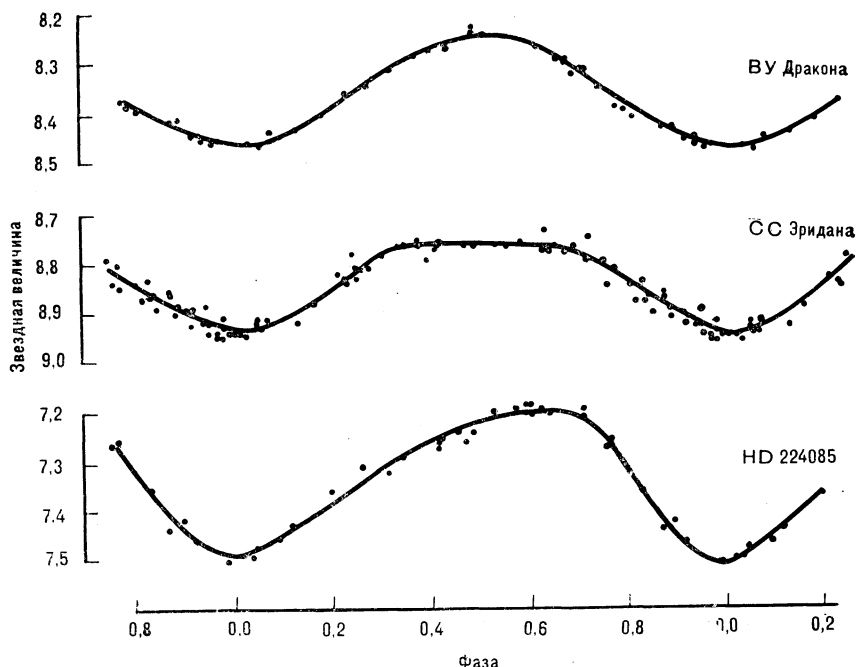
Что же представляют собой звезды типа ВУ Дракона? Периодические изменения их блеска вызваны либо осевым вращением звезды, которая имеет темное пятно на поверхности, либо затмениями звезды обращаемым вокруг нее пылевым облаком. Обе эти гипотезы могут объяснить изменчивость амплитуды блеска (исчезновение пятна или рассеивание пылевого облака). Однако большинство исследователей отдают предпочтение гипотезе пятна. Ее сторонником стал даже Эванс, автор гипотезы пылевого облака. В одной из своих последних работ он пишет: «Тот факт, что у УУ Блинецов, СС Эридана и других звезд фотометрический и спектральный периоды очень близки, а у ВУ Дракона они не совпадают, является решающим соображением... в пользу того, что мы имеем дело с феноменом на звездной поверхности». Но некоторые данные заставляют думать, что преждевременно отбрасывать гипотезу пылевых околозвездных облаков.

Допустим, что на поверхности звезды действительно есть темное пятно. Как тогда интерпретируются кривые блеска переменных типа ВУ Дракона? Во-первых, хорошая повторяемость кривой блеска свидетельствует об устойчивом существовании пят-

на в течение нескольких недель или даже месяцев. Во-вторых, как показали Эванс и Торрес, площадь пятна должна быть довольно большой — порядка 10—20% общей площади поверхности звезды. При этом различие в температурах, до которых нагреты пятно и остальная часть поверхности звезды, по-видимому, не одинаково для разных звезд и составляет приблизительно 500—1500°. В-третьих, наблюдаемые у ВУ Дракона и нескольких других переменных изменения фотометрического периода свидетельствуют о перемещениях пятна по широте, в результате чего изменяется угловая скорость его осевого вращения.

Некоторое недоумение вызывают несинусоидальные кривые блеска, особенно если у них время подъема блеска существенно отлично от времени спада. По мнению Торреса, объяснить кривую блеска одной из таких звезд AU Микроскопа можно, лишь предположив, что темная область на ее поверхности состоит из двух близко расположенных пятен неодинакового размера.

Таким образом, если переменность звезд типа ВУ Дракона и в самом деле связана с осевым вращением пятнистой звезды, то и наше Солнце вполне можно считать переменной звездой. То, что на Солнце есть пятна, известно давно. Но их относительные размеры очень малы, и поэтому астрономы не предполагают, что появление или исчезновение пятна на солнечном диске могут заметно изменить блеск Солнца. Однако австрийские исследователи Р. Альбрехт, Х. Майтцен и К. Ракош, применив новую методику обработки фотоэлект-



Кривые блеска переменных ВУ Дракона (1965 г.), СС Эридана (1956 г.) и HD 224085 (1974 г.). Кривая блеска СС Эридана построена по наблюдениям Д. Эванса, две другие — по наблюдениям автора статьи

Возможные причины изменения блеска звезды типа ВУ Дракона — пылевое облако, обращающееся вокруг звезды, или темное пятно на ее поверхности. Уменьшение блеска соответствует интервалам времени, когда облако частично затмевает звезду или когда пятно проходит через видимую полусферу звезды

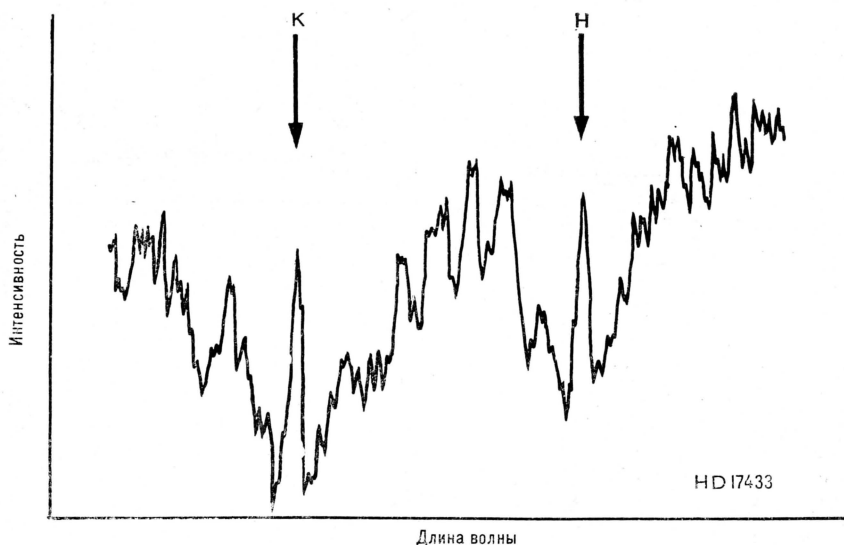
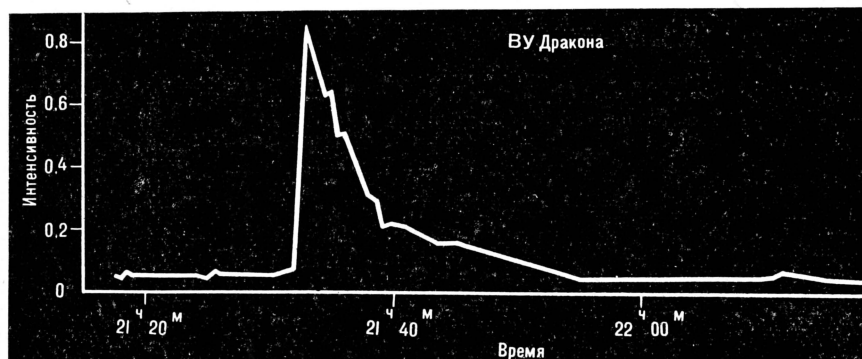
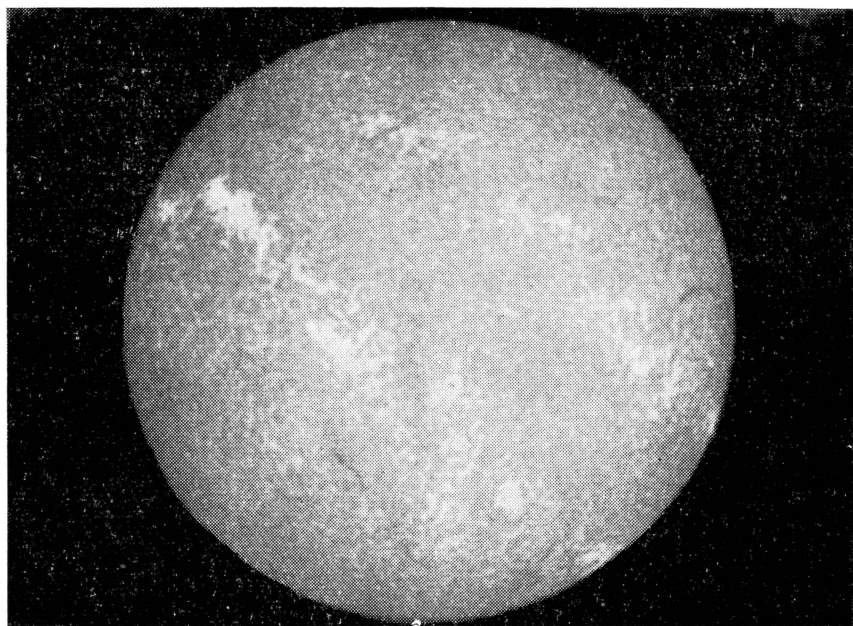
рических наблюдений, довольно уверенно установили периодичность изменений блеска Солнца с амплитудой в несколько тысячных звездной величины. Найденные ими значения фотометрического периода заключены между 26,4 и 29,0 дня, что очень близко к периоду осевого вращения Солнца. Изменение периода может быть объяснено тем известным фактом, что в течение цикла солнечной активности области появления пятен спускаются с медленно вращающихся высоких широт в экваториальные, и наоборот. Правда, пока не ясно, чем вызвана обнаруженная неравномерность яркости диска Солнца: обычными пятнами или же одним большим пятном, поверхностная яркость которого лишь ненамного отличается от остальной части диска.

Аналогию между Солнцем и звездами ВУ Дракона можно и продолжить. На фотографиях Солнца, полученных в свете водородной линии H_α или линий ионизованного кальция H

■ Кальциевые флоккулы на диске Солнца (фотография получена в Крымской астрофизической обсерватории). Возможно, такие образования существуют и на поверхности звезды ВУ Дракона

■ Кривая вспышки звезды ВУ Дракона 18 августа 1971 года. Вспышка наблюдалась в Крымской астрофизической обсерватории

■ Запись спектра звезды HD 17433. Яркие линии H и K , принадлежащие ионизованному кальцию, видны как пики на фоне широких линий поглощения. Наблюдения проводились в Крымской астрофизической обсерватории





и К, видны яркие области — флоккулы. Они возникают в солнечной хромосфере и чаще всего бывают расположены там же, где и пятна. В этих местах обычно наблюдаются хромосферные вспышки. В спектрах всех известных звезд типа ВУ Дракона линии H_{α} , Н и К — эмиссионные. По-видимому, у них существуют очень яркие активные области, подобные флоккулам. Бопп обнаружил изменения линий излучения H_{α} , Н и К в спектрах звезд типа ВУ Дракона. Он считает, что линии излучения возникают в активных областях, окружающих пятно. Быстрое исчезновение линий излучения, которое Бопп наблюдал в ряде случаев, он объясняет заходом активных областей за диск звезды.

«РОДСТВЕННИКИ» САМЫХ МОЛОДЫХ ЗВЕЗД

Предположение о существовании на звездах типа ВУ Дракона таких же активных областей, как и на Солнце, подтверждено открытием вспышек у этих звезд. По наблюдениям американского астронома В. Кункеля, переменная AU Микроскопа — одна из самых активных вспыхивающих звезд в окрестностях Солнца. Некоторые астрономы даже высказывали мнение, что звезды типа ВУ Дракона не нужно выделять в особую группу переменных, а следует их отнести к вспыхивающим звездам типа UV Кита. Но с этим трудно согласиться. Ведь большинство обычных вспыхивающих звезд не показывает периодических изменений блеска, в отличие от звезд типа ВУ Дракона. Кро-

ме того, почти все переменные ВУ Дракона значительно превосходят по светимости звезды типа UV Кита. Сама ВУ Дракона имеет светимость, лишь в несколько раз уступающую светимости Солнца, то есть намного большую, чем у обычных вспыхивающих звезд. И наконец, отношение энергии, излучаемой вспышками в единицу времени, к энергии, испускаемой звездой, у ВУ Дракона примерно в 100 раз меньше, чем у звезд UV Кита.

В 1973—1974 годах в Крымской астрофизической обсерватории проводились поиски переменных среди звезд, светимости которых лишь немного меньше солнечной. В окрестностях Солнца удалось обнаружить периодичность изменений блеска четырех звезд — ξ Волопаса, FK Волос Вероники, HD 224085 и HD 17433 — и вспыхивающую активность у трех из них (за исключением ξ Волопаса). По-видимому, эти звезды нужно также считать переменными типа ВУ Дракона. Интересно, что доля энергии, излучаемой вспышками, в общей энергии, испускаемой звездой, у этих четырех звезд примерно в 1000 раз меньше, чем у UV Кита. В спектрах всех четырех звезд видны яркие линии Н и К кальция, а в спектрах трех звезд (кроме ξ Волопаса) — яркая водородная линия H_{α} .

Яркие линии в спектрах таких звезд, как HD 224085 и ξ Волопаса, — особенность, весьма примечательная. Эти звезды принадлежат к солнечному типу, у которых яркие линии в спектрах, как правило, отсутствуют. Уже неоднократно различные исследователи приходили к убеждению, что яркие линии H_{α} , Н и К в спектрах

звезд тем сильнее выражены, чем моложе звезды. Эти линии — особенно мощные в спектрах самых молодых звезд Т Тельца. Таким образом, можно предполагать, что HD 224085 и ξ Волопаса родственны звездам типа Т Тельца, а значит, они намного моложе Солнца. Следует отметить, что сходство переменных ВУ Дракона и Т Тельца не ограничивается яркими линиями в их спектрах. У некоторых звезд типа ВУ Дракона недавно обнаружен избыток излучения в инфракрасном диапазоне и линия лития в спектре. И то и другое уже открыто у переменных типа Т Тельца.

Открытие в спектрах звезд Т Тельца линии лития с длиной волны 6708 Å было одним из замечательнейших достижений последнего времени. В спектрах большинства нормальных звезд того же спектрального класса, что и переменные типа Т Тельца, линия лития отсутствует или она слабее предела обнаружения. В солнечном спектре эта линия очень слаба, но она несколько усилена в спектрах солнечных пятен. Малое количество атомов лития в атмосферах звезд солнечного типа не удивительно, поскольку известно, что его ядра могут «сгорать» внутри звезды при термоядерных превращениях. Почему же в звездах Т Тельца и некоторых переменных типа ВУ Дракона литий столь обилен? Либо эти звезды так молоды, что литий еще не успел «выгореть», либо в их атмосферах происходят ядерные реакции, постоянно пополняющие запас лития.

Инфракрасный избыток, найденный у звезд Т Тельца и переменных типа ВУ Дракона, свидетельствует, что кроме теплового излучения звезд

Черные дыры — сколько их?

ды мы наблюдаем некоторый дополнительный источник излучения, расположенный на звезде или вблизи нее. У звезд Т Тельца избыточное инфракрасное излучение зарегистрировано в широком диапазоне длин волн — от 1 до 20 мк, и оно, как полагают, возникает в околозвездных пылевых облаках. У переменных типа ВУ Дракона инфракрасное излучение замечено только на длине волны 2 мк, и потому о его происхождении пока что трудно судить. Если дальнейшие исследования покажут, что распределение энергии в инфракрасном спектре переменных типа ВУ Дракона и звезд Т Тельца имеет сходство, то гипотеза о существовании пылевых облаков у переменных типа ВУ Дракона получит подтверждение.

Итак, звезды типа ВУ Дракона, вероятно, занимают промежуточное положение между переменными Т Тельца и звездами солнечного типа. Рассматриваемые стадии эволюции различаются уровнем звездной активности, которая характеризуется главным образом мощностью хромосферы. У переменных Т Тельца хромосфера, по-видимому, самая мощная по выделяемой ею энергии, у ВУ Дракона — промежуточная, у звезд солнечного типа — наименее мощная. Правда, еще не вполне выяснено значение того факта, что многие переменные типа ВУ Дракона (но не все) — двойные звезды. Расстояния между их компонентами достаточно малы для того, чтобы один из них мог вызывать у другого приливы. Не исключено, что приливные явления могут в течение долгого времени усиливать хромосферу и звездную активность.

Согласно расчетам, в нашей Галактике ежегодно появляется одна черная дыра или нейтронная звезда. Этому событию обязательно предшествует вспышка сверхновой. Но в Галактике сверхновые вспыхивают раз в 25—30 лет. Как же согласовать расчеты с наблюдениями?

Общая теория относительности утверждает, что если заканчивает эволюцию звезда, обладающая массой больше двух солнечных, она не может образовать равновесной конфигурации и вынуждена бесконечно сжиматься под неудержимым давлением тяготения, превращаясь в черную дыру.

Черные дыры — самые «тихие» объекты Вселенной. Ничто, кроме гравитационного поля, не выдает их присутствия. А само гравитационное поле невидимо и неощутимо, и судить о нем приходится по косвенным признакам. Сколько раз за последние годы мы слышали сенсационные заявления: черная дыра найдена! Ею оказывался то невидимый компонент в двойной звездной системе δ Близнецов, то инфракрасный диск в системе ϵ Возничего, то известная затменная система β Лир. С каждым новым кандидатом росла осторожность, критичность в оценках. Сейчас обсуждается возможность существования черной дыры в системе HDE 226868. Эта система — мощный источник рентгеновского излучения (Лебедь X-1).

Для физиков-теоретиков достаточно надежно обнаружить одну черную дыру. Дальнейшие поиски их

не особенно интересуют — общая теория относительности выдержала испытание. Но для астрофизиков находка только одной черной дыры совершенно недостаточна. Если в Галактике существует всего одна черная дыра, то она не играет никакой роли ни в эволюции звезд, ни в оценке невидимой массы в Галактике. Черных дыр должно быть много.

НЕВИДИМОЕ НАСЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИКИ

Для того чтобы правильно судить о динамике нашей звездной системы, нужно хорошо знать, как распределены в Галактике все типы звезд, сколько в ней межзвездного вещества, каково магнитное поле. Обычные звезды можно подсчитать. Количество межзвездного вещества поддается оценке, потому что оно поглощает свет звезд. Напряженность магнитного поля можно вычислить. Остается неучтенной невидимая материя, сосредоточенная в коронах галактик и релятивистских звездах. Не только в черных дырах. Нейтронные звезды — тоже релятивистские объекты. Если черные дыры невидимы вообще, то нейтронные звезды можно заметить, когда они становятся активными. Пульсары — это нейтронные звезды в активной фазе. Но пульсар живет 10 млн. лет, потом активность его уменьшается, радиоизлучение гаснет. Старая нейтронная звезда, как и черная дыра, относится к разряду невидимых объектов. А старых нейтронных звезд должно быть по крайней мере в 1000 раз больше, чем пульсаров, ведь возраст пульсара составляет лишь одну тысячную от возраста Галактики!



Значит, кроме черных дыр необходимо еще подсчитать, сколько в Галактике может быть старых нейтронных звезд. А между тем ни одна старая одиночная нейтронная звезда не открыта. Можно ли, не обнаружив ни одной черной дыры, ни одной старой нейтронной звезды, рассуждать о том, сколько их в Галактике? Можно, и вот почему.

Релятивистские звезды — это финал жизни звезд обычных. Причем не любых. Нужно, чтобы закончила эволюцию звезда, масса которой наверняка больше 1,4 солнечной. Число обычных звезд такой массы в Галактике приближенно известно. Оценить это число можно, воспользовавшись формулой звездообразования, полученной американским исследователем Э. Сальпетером:

$$N = 1,4 \cdot 10^{-12} \left(\frac{M}{M_{\odot}} \right)^{-1,4} \frac{\text{звезд}}{\text{пс}^3 \cdot \text{год}}.$$

Согласно формуле звездообразования, каждый год в 1 пс³ рождается N звезд, масса которых больше M (M_⊙ обозначает массу Солнца). Примерно столько же звезд, имеющих массу больше M, заканчивают ежегодно свой эволюционный путь. Действительно, если бы звезды рождались чаще, чем «умирали», то в старых галактиках звездное население было бы гораздо многочисленнее, чем в молодых. И наоборот, если бы звезды чаще «умирали», то старых галактик не существовало бы вовсе — они сплошь состояли бы из невидимых релятивистских тел. Для поддержания динамического равновесия в численности звездного населения нужно, чтобы частота рождений бы-

ла бы примерно равна частоте их «гибели». Подставив в формулу $M/M_{\odot} = 1,4$, можно узнать, сколько релятивистских звезд возникает ежегодно в 1 пс³. Это число очень мало, около 10^{-12} звезд/пс³·год.

Чтобы определить теперь, сколько релятивистских звезд ежегодно рождается во всей Галактике, полученное число умножим на объем Галактики. Примем толщину Галактики равной 4 кпс, диаметр 30 кпс, тогда объем ее будет около 10^{12} пс³. Подставив это число в формулу Э. Сальпетера вместе с нижним пределом массы релятивистской звезды 1,4 солнечной, получим, что ежегодно во всей Галактике может закончить эволюцию и стать релятивистским объектом приблизительно одна звезда.

В 1964 году И. Д. Новиков и Л. М. Озерной, воспользовавшись формулой звездообразования, подсчитали, какая часть массы Галактики может находиться в невидимом состоянии. Оказалось около 40%. Это очень много. Получается, что на каждую обычную звезду приходится одна звезда невидимая, релятивистская. Таким образом, ближайшая к нам черная дыра может располагаться не дальше, чем Проксима Центавра!

Конечно, эти выводы справедливы, если звезда это время эволюции не теряет свою массу. Функция звездообразования описывает число **рождений** звезд, масса которых больше M. Если к концу жизни звезда потеряет значительную долю своей массы, она может стать «легче» 1,4 солнечной и тогда релятивистская звезда не образуется.

Одна релятивистская звезда в год — это верхний предел. В действи-

тельности черных дыр и нейтронных звезд меньше. Но насколько меньше? Чтобы ответить на этот важный вопрос, необходимо знать, сколько вещества теряет звезда в процессе эволюции. Например, звезды типа Вольфа — Райе теряют ежегодно миллионную долю своей массы. За какой-то миллион лет они могут вообще рассеяться в пространстве. Разумеется, этого не происходит, поскольку продолжительность стадии потери вещества гораздо меньше миллиона лет. А вот насколько меньше? Мы видим, что звезда теряет вещество, но не можем следить за ней миллион лет, чтобы узнать, когда она наконец успокоится. Теория звездной эволюции при всех своих успехах не дает определенного ответа, потому что очень трудно рассчитывать эволюцию звезды, если она интенсивно теряет массу. Нужны косвенные методы.

Известно, например, что массивные звезды эволюционируют быстрее и «умирают» в молодом возрасте, часто не дотянув даже до миллиарда лет. Маломассивные звезды живут дольше. Если масса звезды меньше 1,3 солнечной, то время ее жизни превышает возраст Галактики. Такая звезда еще не могла закончить свой жизненный путь. А между тем белые карлики в среднем имеют вдвое меньшие массы. Если бы звезды, эволюционируя, не теряли существенную долю своего вещества, белых карликов в Галактике не было бы вовсе!

ПОЧЕМУ МАЛО СВЕРХНОВЫХ?

Звезда умирает с «грохотом», потому что при катастрофическом сжа-

тии — релятивистском коллапсе — выделяется колоссальная энергия, до 10^{53} эрг. Эта энергия излучается в окружающее пространство в виде яркой вспышки света, потоков нейтрино, релятивистских частиц. Некоторая ее часть переходит в кинетическую энергию оболочки. Происходит вспышка сверхновой.

Вспышку сверхновой в Галактике не заметить почти невозможно. И если каждый год образуется релятивистская звезда, то ежегодно в Галактике должна вспыхивать сверхновая. Однако последняя зафиксированная вспышка сверхновой относится к 1604 году. Еще одна сверхновая вспыхнула около 1700 года, но ее никто не видел из-за большого поглощения света в направлении на вспыхнувшую звезду. Остаток этой вспышки — расширяющаяся туманность — обнаружен методами радиоастрономии. Значит, вспышки сверхновых вовсе не так часты.

Наблюдая сверхновые в галактиках такого же типа, как наша, можно судить и о том, что происходит в собственном «звездном доме». В 1965 году профессор Б. В. Кукаркин подсчитал, сколько сверхновых вспыхивает в других галактиках. В 1970 году аналогичные подсчеты проделал в США Г. Тамман, а в 1971 году — в СССР сотрудники Шемахинской обсерватории АН АзербССР О. Х. Гусейнов и Ф. К. Касумов. Если судить по всем трем работам, получается, что одна сверхновая вспыхивает в Галактике каждые 25—30 лет. Это в 30 раз меньше, чем нужно, чтобы согласовать число вспышек с числом звезд, ежегодно заканчивающих эволюцию.

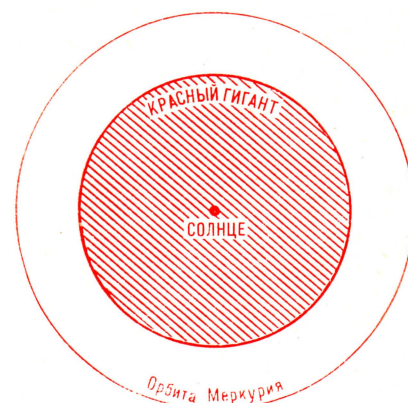
СКОЛЬКО «ВЕСИТ» КРАСНЫЙ ГИГАНТ?

Если сверхновых меньше, чем мы ожидали, следовательно, много звезд заканчивают эволюцию, имея небольшие массы, и становятся белыми карликами.

Теория звездной эволюции утверждает, что в конце жизненного пути радиус звезды растет и она превращается в красный гигант. Красный гигант — «звезда-пенсионер», она-то и дает вспышку сверхновой I типа (более массивные сверхновые II типа, вероятно, продукты взрывов голубых гигантов). Значит, по числу красных гигантов тоже можно судить о том, сколько будет сверхновых, а затем по числу сверхновых — сколько ожидается черных дыр и нейтронных звезд. И опять нужны не все красные гиганты, а лишь те, масса которых больше 1,5 солнечной.

Существует только один прямой способ определения масс звезд. Если звезды составляют двойную систему, то, вычисляя элементы орбиты, можно найти отношение масс звезд, а в ряде случаев и сами массы. Остальные способы опираются на статистику и менее надежны. Красных гигантов в двойных системах немного, их массы довольно велики, — около 3,5 солнечной. Конечно, есть красные гиганты более массивные и менее массивные. Например, в шаровых звездных скоплениях не встречаются красные гиганты большой массы. Но в шаровых скоплениях нет и двойных систем с красными гигантами, и массы звезд здесь вычислены косвенными методами.

Что ж, пока нет прямых доказа-

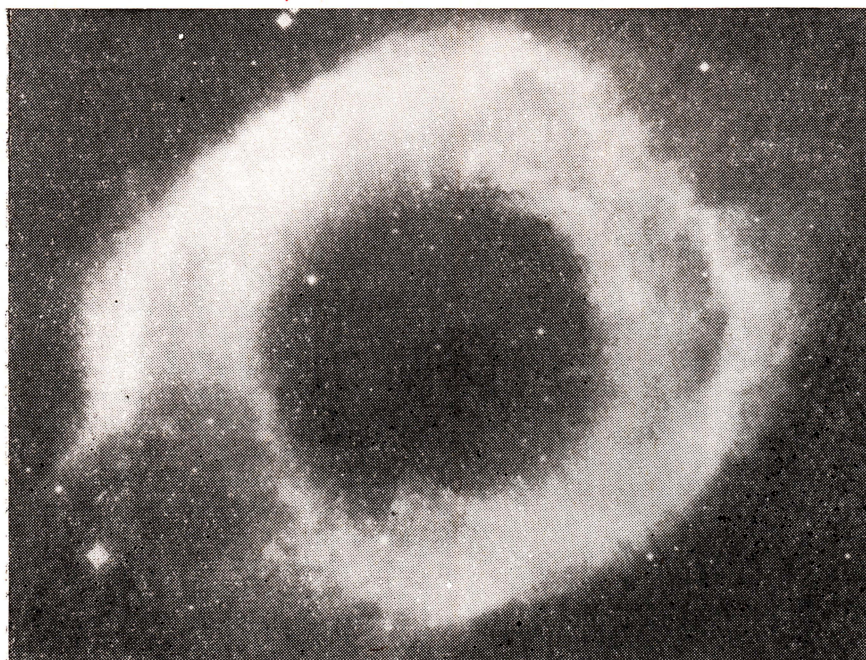
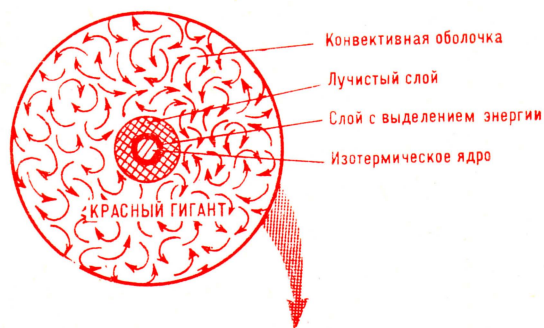


тельств противного, будем считать массы красных гигантов равными 3,5 солнечной и посмотрим, к чему приведет это предположение. Массы звезд, находящихся на главной последовательности, хорошо известны, и можно достаточно уверенно сказать, сколько среди них звезд, массивнее 3,5 солнечной. Звезда проводит на главной последовательности примерно в пять раз больше времени, чем в стадии красного гиганта. И если звезды в конце концов становятся красными гигантами, то их должно быть в пять раз меньше, чем столь же массивных звезд на главной последовательности. А на деле число красных гигантов должно быть еще меньше. Ведь, переходя в стадию красного гиганта, звезда может потерять часть вещества и ее масса станет меньше 1,5 солнечной.

О. Х. Гусейнов сравнил пространственные плотности красных гигантов спектральных классов G, K, M и звезд классов A и B на главной последовательности. Все эти объекты имеют примерно одинаковые массы. И оказалось, что красных гигантов гораздо больше, чем ожидалось! Откуда же они взялись?

Вывод может быть двояким. Либо теория звездной эволюции неправильно оценивает время жизни звезды на главной последовательности, либо массы красных гигантов в сред-

В конце своего жизненного пути Солнце, достигнув стадии красного гиганта, расширится в 50 раз и заполнит собой почти все пространство внутри орбиты Меркурия



ПЛАНЕТАРНАЯ ТУМАННОСТЬ



нем меньше 3,5 солнечной. Теория звездной эволюции не раз доказывала свою справедливость. Во всяком случае, сомневаться в ней гораздо меньше оснований, чем в массах красных гигантов.

СТО МИЛЛИОНОВ НЕВИДИМОК

Есть и другие причины сомневаться в оценке масс красных гигантов. Например, масса Крабовидной туманности — остатка сверхновой I типа, около 0,1 солнечной. Внутри туманности находится пульсар — нейтронная звезда, масса которой вряд ли больше 1,6 солнечной. Значит, до вспышки звезда имела массу около

1,7 солнечной. А там был красный гигант.

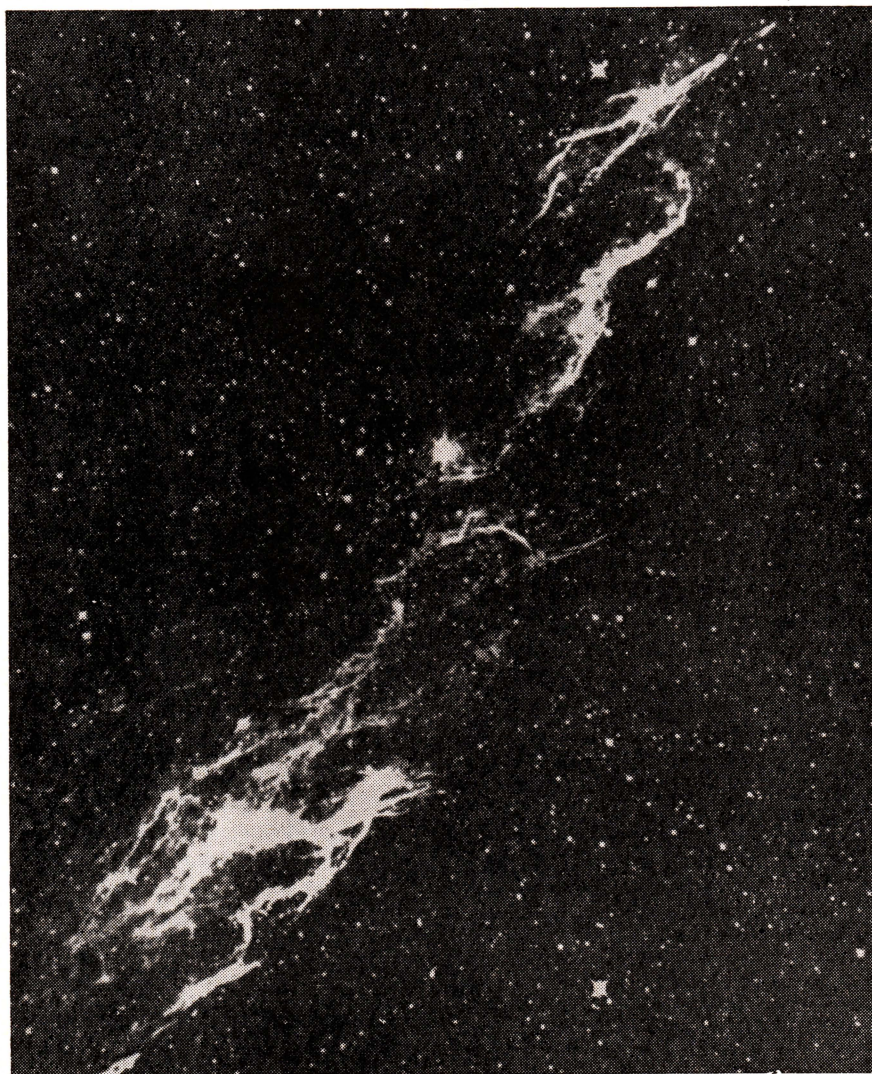
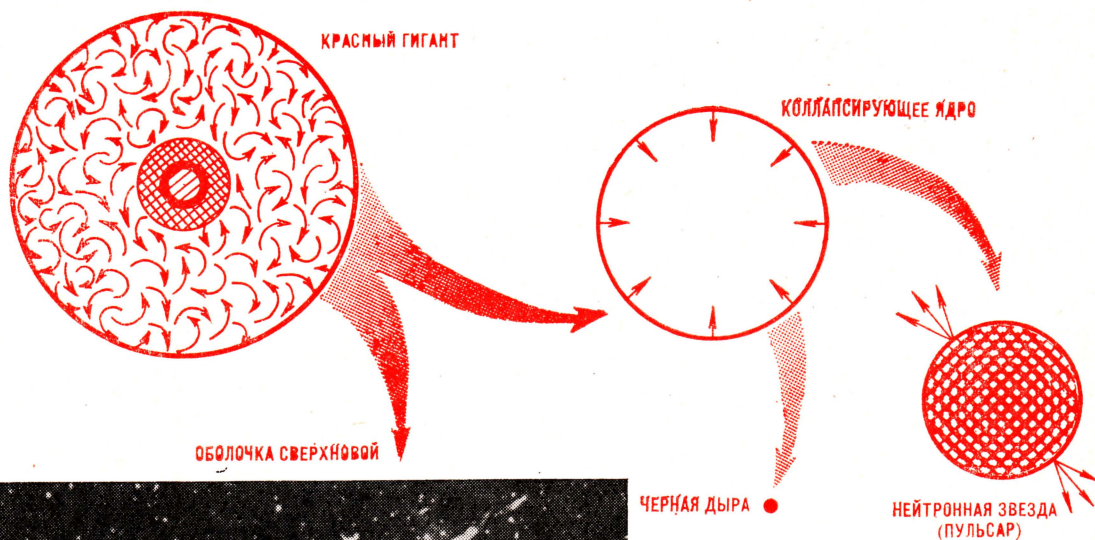
Сверхновые I типа обладают примерно такими же массами, что и

Красный гигант небольшой массы (меньше 1,2 солнечной), эволюционируя, сбрасывает оболочку, которая расширяется в виде планетарной туманности, и превращается в белый карлик

сверхновая в Крабовидной туманности. И вспыхивают эти сверхновые довольно далеко от плоскости Галактики, на расстоянии около 400 пс. Образуются они из «местных» красных гигантов. Следовательно, и массы этих гигантов должны быть значительно меньше 3,5 солнечной.

Красных гигантов много в высоких галактических широтах. Много здесь и белых карликов. Их массы не превышают 1,2 солнечной. И образуются белые карлики из красных гигантов, недостаточно массивных, чтобы дать вспышку сверхновой и перейти в стадию нейтронной звезды или черной дыры. Тогда получается, что массы красных гигантов должны быть в среднем около 1,5 солнечной. Этот вывод согласуется с данными о массах красных гигантов в шаровых звездных скоплениях, оцененных статистически.

Но вернемся к черным дырам. Чем помогает уменьшение масс высокоширотных красных гигантов? А вот чем. Определяя число «умирающих» звезд, мы брали толщину Галактики около 4 кпс, что естественно, ибо в основном все звезды расположены внутри диска такой толщины. Но не все эти объекты нас интересуют. Высокоширотные звезды имеют малую массу, они не могут образовать черных дыр. А массивные звезды, в том числе и массивные красные гиганты, находятся вблизи галактической плоскости. Значит, толщину Галактики нужно полагать не 4 кпс, а гораздо меньше — около 100 пс. Тогда объем Галактики уменьшится на целый порядок. На тот самый порядок, который был лишним, когда мы сравнивали количество вспышек сверхно-



вых с численностью звезд, заканчивающих эволюцию.

В сущности, речь шла о том, чтобы пересмотреть цифру в формуле. А для этого потребовалось уменьшить средние массы целого класса звезд. И выигрыш налицо: теперь можно довольно уверенно сказать, что каждые 30 лет в Галактике появляется одна нейтронная звезда или черная дыра. Три — в 100 лет. За время жизни Галактики — около 100 млн. Значит, на каждые полторы тысячи звезд самых различных возрастов приходится одна звезда-невидимка. Нужно искать. Поиск релятивистских звезд важен не только для теоретической физики, для подтверждения выводов общей теории относительности. Это очень важно и для астрофизики. Такой вывод стоит того, чтобы пересмотреть массы целого класса звезд.

Массивный красный гигант (масса больше 1,2 солнечной) заканчивает свою эволюцию вспышкой сверхновой. Сброшенная оболочка расширяется с огромной скоростью, до 10 тыс. км/сек, а оставшееся ядро коллапсирует. Если масса ядра невелика (около двух солнечных), то возникает нейтронная звезда. Если же масса ядра превышает две солнечных, то коллапс невозможно остановить, и тогда в Галактике появляется черная дыра



Доктор геолого-минералогических
наук
В. Л. МАСАЙТИС

Астрооблемы

ПОИСКИ ДРЕВНИХ МЕТЕОРИТНЫХ КРАТЕРОВ

Выпадающие на Землю метеорные тела небольшой массы и плотности разрушаются уже в атмосфере. Более массивные достигают поверхности, образуя ударные, ударно-взрывные и взрывные кратеры, а самые крупные — астероиды вовлекают в процесс взаимодействия, возможно, и более глубокие части литосферы или даже часть астеносферы.

Известно, например, что масса метеорита, при взрыве которого образовался Аризонский кратер диаметром 1200 м, оценивается в $3 \cdot 10^5$ т. Метеоритные кратеры легко различимы на земной поверхности: они имеют поперечник от нескольких метров до 1—1,5 км и образовались в сравнительно недавнее время («Земля и Вселенная», № 5, 1966 г., стр. 59—67.—Ред.). Более грандиозны ископаемые геологические следы метеоритных ударов и взрывов. Удалось достоверно установить существование 100-километровых кратеров. Эти кратеры либо захоронены под толщами осадков, либо сильно изменились под действием сил выветривания, потоков воды и др. Ископаемые круговые структуры заполнены раздробленными породами (брекчии) и переплавленными породами (импактиты). Такие погребенные или размытые структуры, утратившие морфологический облик кратеров, американский исследователь Р. Дитц

Следы падений крупных космических тел на поверхность Земли обнаружены в течение последнего десятилетия на всех континентах. Их изучение становится одним из новых направлений в геологической науке.

назвал астрооблемами (звездными ранами).

Много ли астрооблем на поверхности Земли? Астрономы давно ответили утвердительно на этот вопрос. Однако геологи долгое время оставались равнодушными к этому мнению. И только результаты космических исследований Луны и планет, на поверхности которых обнаружены многочисленные метеоритные кратеры, заставили геологов пристально изучать ударный метаморфизм в земных горных породах и круговые структуры, в которых он обнаруживается.

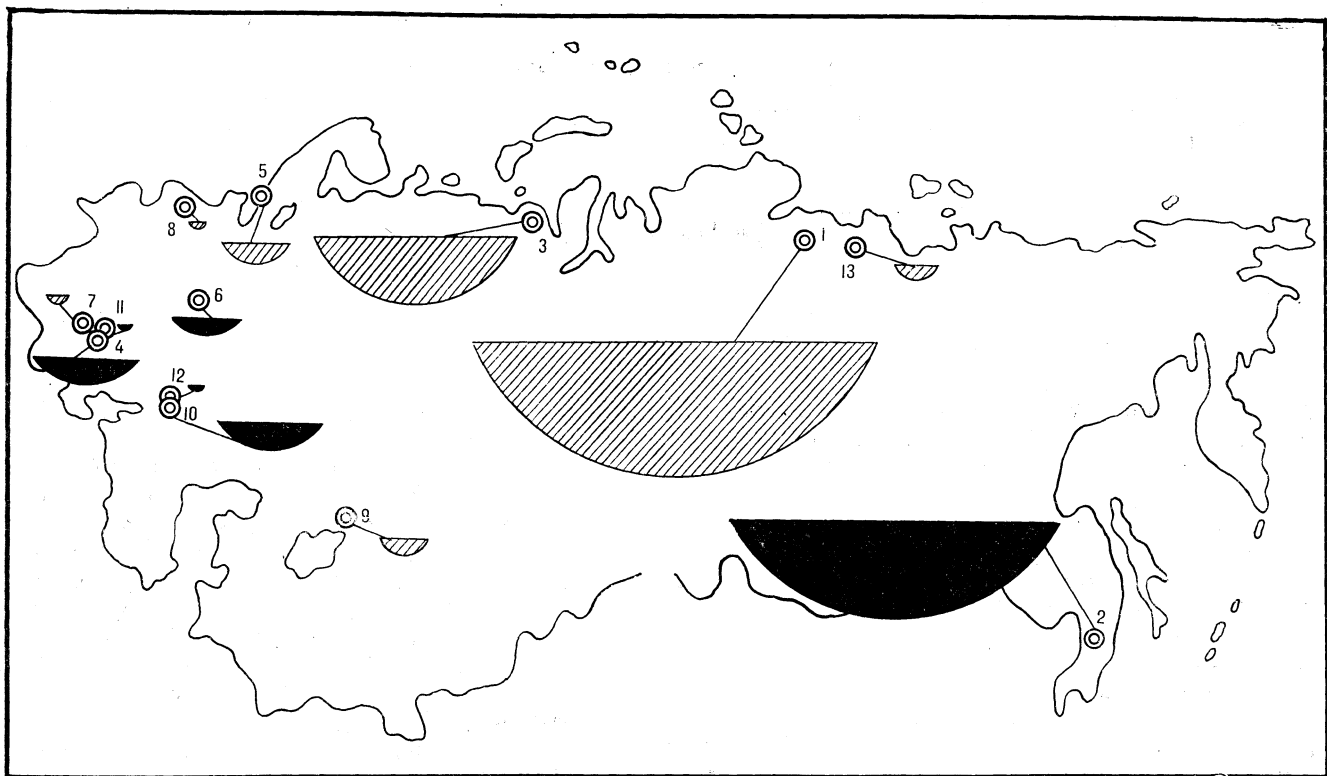
Как проявляется ударный метаморфизм в породах и минералах? Импульсные нагрузки в десятки и сотни килобар приводят к нарушениям кристаллических решеток и образованию особых минеральных фаз. Такие нагрузки, возникающие при соударении космических тел, не известны в обычных геологических процессах. Признаки ударного метаморфизма встречаются в метеоритных кратерах и астрооблемах, в метеоритах и образцах лунных пород.

Кроме двенадцати групп новейших кратеров размером от 11 до 1200 м, в которых обнаружены остатки метеоритов, в настоящее время на су-

ше известно около семи десятков круговых структур различной сохранности. Все они возникли при сверхскоростном ударе и имеют признаки внеземного (метеоритного) происхождения. Еще около 40—50 структур могут оказаться астрооблемами.

В последние годы детально исследованы многие астрооблемы Западной Европы, Северной Америки, Австралии. Предпринято специальное изучение астрооблем, выявленных на территории нашей страны — в ее европейской части, в Зауралье и Сибири. Все они достаточно четко оконтуриваются по геологическим и геофизическим данным. Для них характерно концентрическое зональное распределение особых пород — взрывных брекчий, а часто и импактитов («Земля и Вселенная», № 5, 1971 г., стр. 31—36; № 6, 1972 г., стр. 58—60.—Ред.). Эти породы нельзя отнести ни к вулканогенным образованиям, ни к тектонитам, ни к продуктам оползневых процессов и гидровулканизма. Ни в одной из астрооблем на территории СССР не найдено внедрений глубинной магмы, происходящих после удара и взрыва. Изученные ископаемые кратеры по распределению диаметров охватывают весь известный на сегодня диапазон таких структур — от нескольких до 100 км, причем среди астрооблем встречаются взрывные кратеры и простого и сложного строения — с центральными и кольцевыми поднятиями. Астрооблемы обнаружены в самой различной геологической обстановке: на древних щитах и плитах, а также в областях палеозойской складчатости. Это дает возможность уяснить, как влияют на кратерообра-

Сокращенное изложение доклада, прочитанного на XVI Метеоритной конференции (Москва, 1975 г.).



зование структура и состав пород мишени при ударе.

Изучение астроблем можно рассматривать как часть общего исследования загадочных круговых морфоструктур на поверхности Земли и других планет.

Опыт показал, что выявление и опознание астроблем — задача собственно геологическая и решается она геологическими методами, хотя в последнее время геологи охотно используют в диагностике ископаемых метеоритных кратеров и геофизические данные («Земля и Вселенная», № 3, 1975 г., стр. 56—65. — Ред.). Если в толщах горных пород встречаются деформации неизвестного происхождения — признаки локального дробления и плавления, а также некоторые минеральные новообразования, исследователи настаивают: именно по таким «приметам» удастся обнаружить астроблемы.

На разных этапах этого исследования можно поставить разные группы задач. К первой из них относится

выявление и диагностика астроблем. Многие астроблемы на территории СССР были опознаны по шлифам горных пород, которые долгие годы хранились в коллекциях и не привлекали внимания исследователей. И вот пристальное изучение необычных деформаций минералов показало, что породы претерпели ударный метаморфизм. Однако чтобы «утвердить» астроблему как вполне конкретную геологическую структуру, необходимо кроме того четко очертить поля распространения измененных горных пород, установить зональность структуры и строго прове-

■ *Астроблемы на территории СССР. 1 — Попигайская, 2 — Пучеж-Катунская, 3 — Карская, 4 — Болтышевская, 5 — Янисъярви, 6 — Калужская, 7 — Ильинцевка, 8 — Мишиногорская, 9 — Жаманшин, 10 — Каменская, 11 — Ротмистровская, 12 — Гусевская, 13 — Бееичиме-Салаатинская. Черным цветом показаны погребенные структуры. Протяженность структур в километрах. За единицу принят 100-километровый диаметр Попигайской котловины*

сти ее границы по зонам деформированных пород в пространстве и на глубинах.

Когда геолог приступает к изучению «подозреваемой» астроблемы, он стремится ответить на несколько главных вопросов: какова топография и морфология структуры, есть ли у нее круговая впадина и вал, можно ли выявить центральное или кольцевое поднятие, а также зоны кольцевых деформаций, каков состав заполняющих пород и их залегание, обнаруживаются ли в пределах кратера отрицательные гравитационные и магнитные аномалии и т. д. Задолго до экспедиции изучаются данные аэрофотосъемки, высотной и космической фотосъемки, анализируются результаты различных геофизических исследований. Затем, приехав на место, геолог отправляется в маршрут, тщательно наносит на карту свои наблюдения, отбирает пробы пород для различных анализов, помня о том, что породы кратеров возникают в результате выброса с большой ско-

ростью раздробленного и расплавленного материала, находящегося в различных стадиях изменения. Иногда удается обнаружить макроскопические признаки ударного воздействия — конусы разрушения. Случается, что они видны на сколах пород только при благоприятном низком положении Солнца, когда хорошо освещены уступы скал. Вот почему на обратном пути по маршруту, повторно осматривая обнажения, в конце дня исследователь иногда получает неожиданные результаты.

Вторая группа задач — описание и изучение уже выявленной астроблемы. Необходимо детально обследовать район падения, чтобы понять, как изменились осадочные, магматические и метаморфические породы после удара. Кроме полевых геологических методов привлекаются различные специфические методы — структурно-петрологические, литологические и некоторые другие. Трудно достоверно судить о глубинном строении метеоритного кратера без материалов буровых скважин и результатов геофизических наблюдений.

Как же изучаются горные породы, возникшие или преобразованные при взрыве? Прежде всего они исследуются под микроскопом, затем определяются магнитные и другие физические свойства пород и минералов, отобранных с поверхности или из скважин. Выясняют, как и какие шли процессы преобразования вещества при импульсных нагрузках высоких энергий. Например, рентгеноструктурный анализ показывает последовательные стадии разрушения кристаллических решеток; термический и люминесцентный анализ, инфракрасная спектроскопия и другие методы дают возможность установить характер преобразований минералов, обнаружить признаки различных вновь возникших кристаллических фаз. В результате анализа импактных стеклов на рентгеновском микрозонде устанавливают природу исходных пород, а также выявляют мельчайшие частицы распыленного метеоритного вещества.

Третья группа задач — интерпрета-

ция всех полученных данных. Они касаются уже не отдельных структур, а некоторых общих механизмов возникновения астроблем, их размещения, захоронения и исчезновения в течение геологической истории. При решении этой группы задач не обойтись без математического и экспериментального моделирования элементарных процессов кратерообразования. Проводятся интересные эксперименты — создаются искусственные метеоритные кратеры. Падение метеорита на земную поверхность имитируется ударом о мишень специальных снарядов, выбрасываемых из особой пушки с большой скоростью (до нескольких километров в секунду). Снаряды изготавливаются из самых различных материалов. Это позволяет осуществить достоверную реконструкцию взрывного процесса кратерообразования.

ЛУНА — У НАС ПОД НОГАМИ

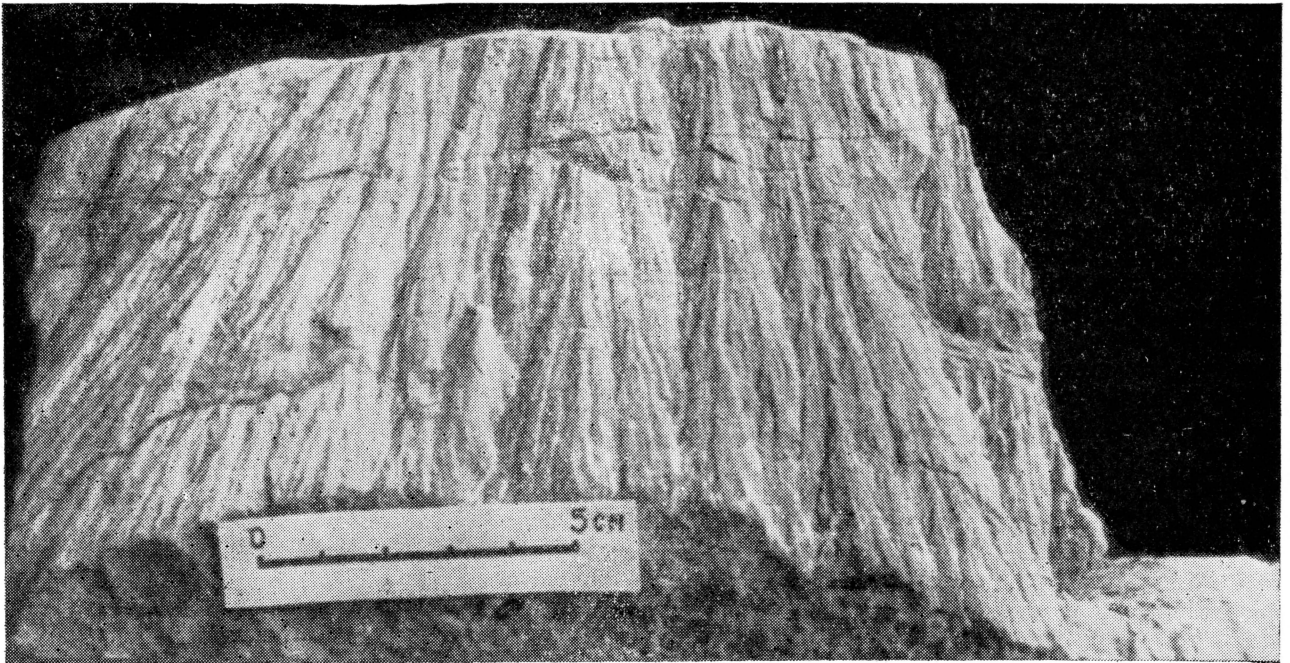
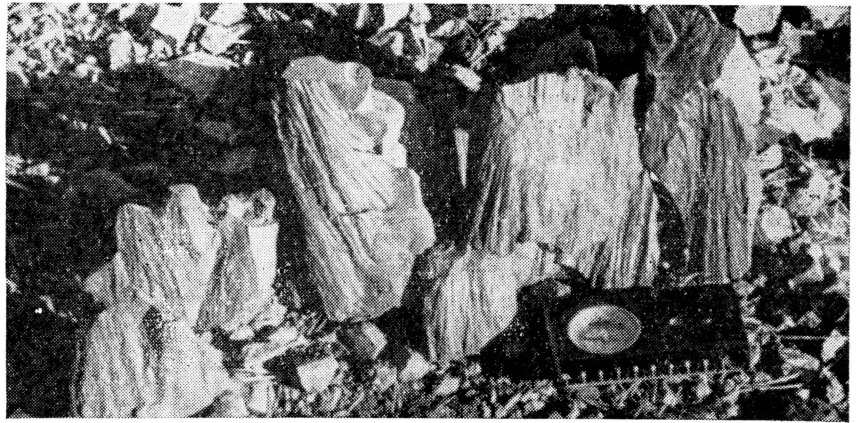
Итак, мы можем не только опознавать астроблемы, но и реконструировать условия их образования. Каков дальнейший путь исследований?

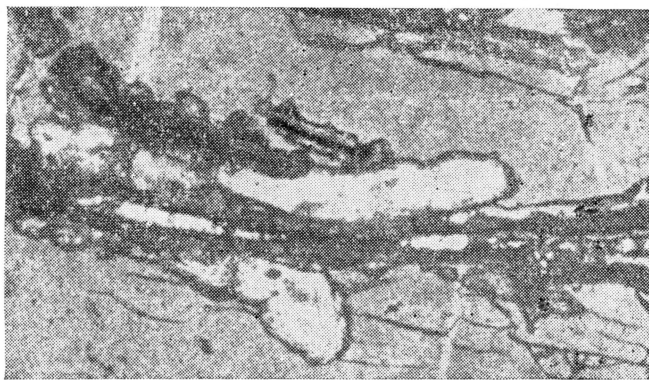
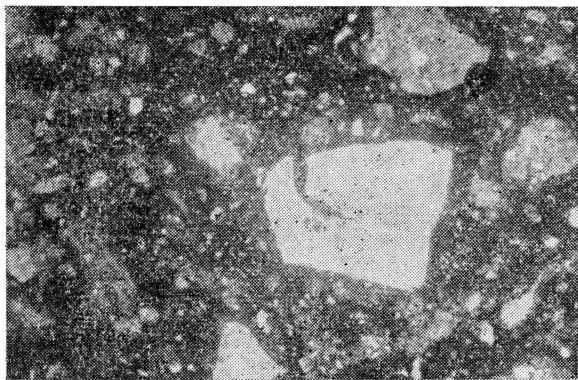
На Советско-американской конференции по космохимии Луны и планет (Москва, 1974 г.) окончательно определилось важнейшее значение ударно-взрывных процессов в формировании рельефа поверхности Луны и особенностей структуры и состава лунного реголита («Земля и Вселенная», № 1, 1975 г., стр. 58—62.—Ред.). А между тем к этому выводу можно было прийти и раньше. Ведь совершенно очевидно, что многие проблемы изучения лунных пород решаются на материале земных минералов, испытавших ударный ме-

таморфизм. Это, в частности, касается и вопроса о том, насколько характерны исследуемые в лабораторных условиях лунные образцы, геологическое положение которых не всегда достаточно ясно. Изучая небольшие частицы горных пород из земных астроблем, мы не всегда можем сделать исчерпывающие заключения об истории и природе больших минеральных масс, хотя для вывода об ударном метаморфизме данных может быть и достаточно.

Катастрофически быстрый процесс соударения и взрыва противоположен по своим результатам большинству эндогенных и экзогенных геологических процессов породообразования, так как он нарушает геологическую структуру в месте удара, разрушает горные породы и минералы, а также их кристаллические решетки вплоть до полностью разупорядоченной системы — расплава в виде массы застывшего стекла. Залегание пород в астроблемах и их соотношение подчас не поддаются классической интерпретации в обычном геологическом смысле, то есть не имеют привычной последовательности и закономерности. Быстрота выброса материала (скорости до нескольких километров в секунду), резкие температурные контрасты во взрывном облаке, различная степень преобразования и дробления пород, образующих обломочные массы, хаотическое перемешивание разнородного материала — все это не свойственно медленным земным геологическим процессам. Поэтому при изучении астроблем приходится отказываться от привычного геологам причинно-следственного подхода к анализу свя-







зи объекта с окружающей геологической структурой.

УДАРНО-ВЗРЫВНОЕ ПОРОДООБРАЗОВАНИЕ

Изучение метеоритных кратеров на Земле, особенно тех, которые образовались недавно и содержат остатки метеоритного вещества, традиционно относилось и относится к ведению метеоритики. Недавно в метеоритику частично влились также исследования ископаемых метеоритных кратеров-астроблем. Вместе с тем изучение метеоритных кратеров вполне «заслуженно» можно отнести либо к планетологическим исследованиям (ударно-взрывные кратеры широко распространены на других планетах), либо же выделить его как самостоятельное направление геологических исследований.

Предмет этих исследований — процессы кратерообразования на земной поверхности в геологическом прошлом, закономерности их проявления во времени и пространстве, влияние на структурообразование в пределах земной коры, а также решение каких-либо практических задач, связанных с рассматриваемой группой объектов. Все эти проблемы

решаются динамической (физической) геологией, изучающей внешние и внутренние геологические процессы, изменяющие состав и строение земной коры и формы земной поверхности. Если такие дисциплины, как вулканология, сейсмология, тектоника, относятся к наукам, изучающим внутренние геологические процессы, то исследование кратерообразования в результате падения крупных космических тел относится к разделу динамической геологии, касающемуся внешних геологических процессов.

Это исследование помимо привлечения методов других естественных наук (физики, астрономии и др.) может быть основано лишь на детальном анализе условий возникновения и преобразования различных пород в пределах метеоритных кратеров и астроблем. Заполняющие их взрывные брекчи и импактиты не принадлежат ни к категории осадочных, ни к категории изверженных пород, некоторые их разновидности можно считать метаморфическими. Эти породы рождены ударом космического

го тела и последующим взрывом.

Ударно-взрывное породообразование, вероятно, было древнейшим на поверхности планет («Земля и Вселенная», № 1, 1975 г., стр. 58—62.—Ред.). На Земле оно также играло ведущую роль на догеологической стадии и лишь после значительной дифференциации наружных зон планеты на оболочки этот тип породообразования уступил место медленным геологическим процессам, сформировавшим современную земную кору. По аналогии с этими хорошо изученными в земных условиях процессами, например образованием осадочных пород — литогенезом, ударно-взрывное породообразование можно назвать коптогенезом (от греческого слова «копто» — ударять, дробить).

Каких размеров кратеры могли образоваться в прошлом? Какова природа существующих гигантских структур? Как они взаимодействовали с эндогенными процессами магмообразования, с движением земной коры и астеносферы, с геомагнитным полем и т. д. Все эти вопросы уже решаются многими советскими и зарубежными учеными и представляют несомненный интерес.

Перспективы дальнейшего развития исследования астроблем — не только обоснование и разработка различных гипотез, но в большой мере детальное геологическое изучение уже выявленных структур и поиск новых. Нет сомнения, что такое изучение принесет еще много неожиданных открытий.

■
Импактит — переплавленная порода. В непрозрачной стекловатой массе заключены многочисленные мелкие обломки различных минералов. Микрофотография шлифа. Увеличение в 20 раз

■
Высокоплотная модификация кремнезема — коэсит (белые включения). Микрофотография шлифа. Увеличение в 20 раз

■ ■
Конусы разрушения — одна из главных «примет» астроблем

■
Спекшиеся при взрыве обломки различных пород, образующие аллогенную (перемещенную) брекчию



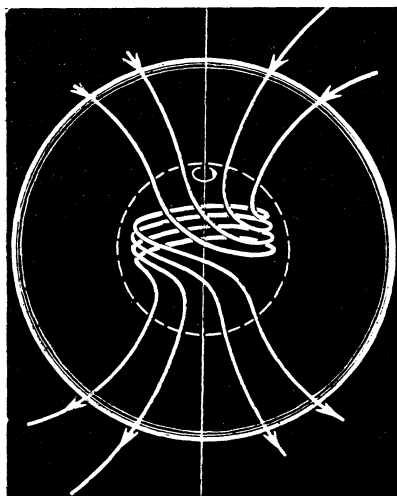
Доктор физико-математических наук
А. Н. ПУШКОВ

Вековые вариации геомагнитного поля

ТРИ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Магнитное поле Земли обладает некоторыми особенностями, отличающими его от других геофизических полей (гравитационного, теплового и т. д.). Измеряемое геомагнитное поле можно разделить на три компоненты, имеющие принципиально различные источники: главное поле, аномальное поле и внешнее (или переменное). **Главное поле** обусловлено существованием в жидкой части земного ядра источников токовой природы. **Аномальное поле** определяется совокупностью источников ферромагнитной природы, расположенных в относительно тонком (порядка 60 км) поверхностном слое земной коры; **внешнее, или переменное, поле** создается совокупностью источников токовой природы, расположенных за пределами Земли. Каждый источник имеет свой набор характерных частот, и поэтому возникает другая особенность, присущая только геомагнитному полю, — временные вариации — изменения в широком диапазоне от секунд до 10 тыс. лет. Временные вариации при решении различных географических задач имеют двойственный характер. С одной стороны, они являются помехой: карты магнитного поля стареют и их приходится пересоставлять через каждые пять лет. С другой стороны, временные вариации расширяют возможности применения магнитного поля для изучения внутреннего строения Земли и процессов, протекающих в ее глубинах. Привлекая к рассмотрению кроме пространственной структуры поля временные ха-

Изменения магнитного поля на поверхности Земли отражают процессы, происходящие в глубинных источниках. Поэтому вековые вариации свидетельствуют о явлениях в недрах планеты, о строении глубинных слоев и о свойствах вещества внутренних оболочек земного шара.



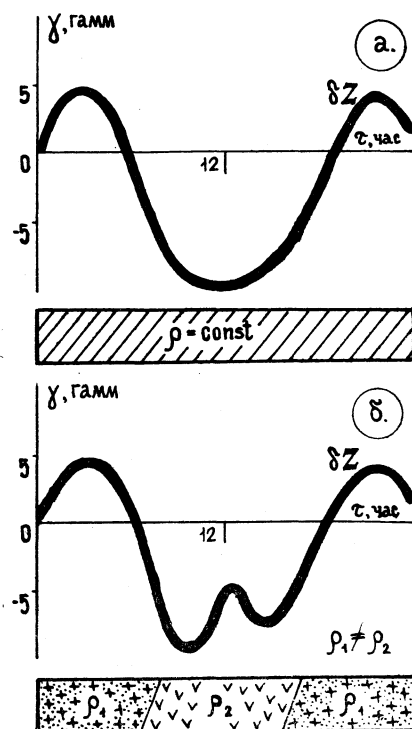
рактеристики его вариаций — периоды, фазы, пространственную структуру амплитуд вариаций, мы можем судить о динамике источников магнитного поля, проводимости вещества земных недр, накоплении упругих напряжений в верхней оболочке Земли и т. п.

Благодаря простым и точным методам измерения элементов магнитного поля (с самолетов, судов, искусственных спутников) возникло

много прикладных задач и прикладных дисциплин, связанных с развитием геомагнетизма как самостоятельного научного направления. Магнитная картография, компасное дело, определение и устранение девиации, аэромагнитная разведка полезных ископаемых стали сферой приложения магнитных данных. С увеличением точности магнитных измерений и по мере углубления представлений о структуре магнитного поля и его природе растут требования к точности магнитных карт и вековых вариаций поля. Вот почему сейчас стали актуальными исследования пространственной структуры вековых вариаций геомагнитного поля и закономерности ее изменений во времени.

ГЛАВНОЕ ПОЛЕ

Основная составляющая магнитного поля Земли (примерно 96% от величины наблюдаемого на поверхности Земли поля) — главное поле. По современным представлениям, его источники — токовые системы. Они расположены в жидкой части земного ядра, на глубинах около половины радиуса Земли. Напряженность поля, создаваемого этими источниками, достигает амплитуд 60 000 гамм, а его изменения — вековые вариации имеют амплитуды, достигающие сотен гамм в год. Только в первом (очень грубом) приближении пространственную структуру этого поля можно представить полем диполя, ось которого составляет с осью вращения Земли угол 11° . Угол этот не остается постоянным во времени, не остаются постоянными и положения магнитных полюсов Земли. Во-



ображаемая магнитная ось Земли не проходит точно через ее геометрический центр, магнитный центр смещен относительно геометрического на несколько сот километров в сторону Тихоокеанского сектора. Положение магнитного центра также меняется во времени. Перечисленные выше изменения параметров магнитного поля Земли отражают наиболее общие глобальные свойства вековой вариации.

ВНЕШНЕЕ ПОЛЕ

Временные изменения внешнего, или переменного, поля занимают интервал от секунд до одиннадцати лет. К ним относятся короткопериодические вариации с амплитудами в единицы гамм, солнечносуточные вариации с амплитудами в несколько десятков гамм, различного рода магнитные возмущения с амплитудами от десятков до тысячи гамм. Амплитуды вариаций, частота повторения возмущений связаны с деятельностью Солнца, а их пространственная структура — с характером токовых систем, возникающих за пределами Земли, и особенностями распределения электропроводности в верхних слоях мантии и коры. Внешнее магнитное поле можно разделить на две части — индуцирующее и индуцированное поля. Используя сведения о пространственной структуре этих полей, можно найти распределение проводимости Земли до глубин 2000 км.

АНОМАЛЬНОЕ ПОЛЕ

Оно создается неоднородностями геологического строения земной ко-

ры. Магнитные аномалии — локальные неоднородности поля протяженностью от нескольких метров до сотен километров обусловлены различного рода внедрениями, отличающимися магнитными свойствами от окружающих пород, разломами земной коры, неоднородностями фундамента и даже неоднородностями в распределении осадков. Локальные неоднородности типа Курской магнитной аномалии, связанные с богатыми запасами железа, — явление уникальное. Амплитуды в районе Курской магнитной аномалии превышают главное магнитное поле в несколько раз. Особенности простран-

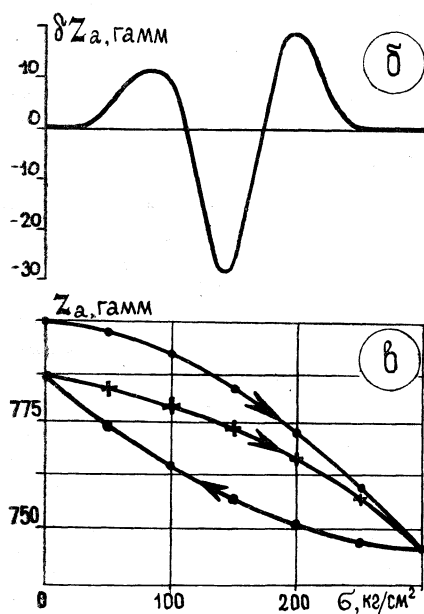
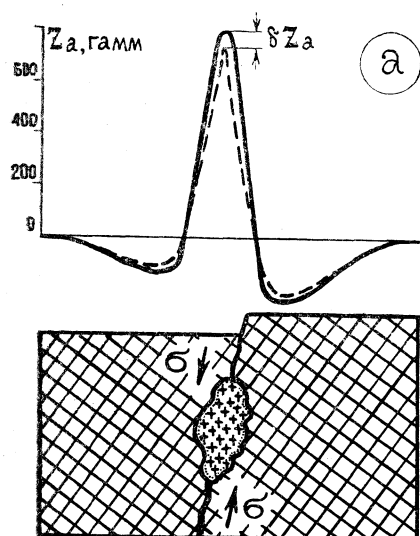
Солнечносуточная вариация геомагнитного поля. Изменения вертикальной составляющей (кривая «а») в районах, где породы земной коры и верхней мантии имеют почти одинаковую электрическую проводимость. Изменения той же составляющей (кривая «б») за то же время на обсерватории, расположенной в районе, где земная кора или верхняя мантия неоднородны

ственной структуры аномального (или корового) поля помогают искать полезные ископаемые, проводить районирование земной коры, реконструировать историю ее развития.

Аномальное магнитное поле Земли также не остается постоянным во времени. Изменение упругих напряжений, химические процессы, изменения температуры, современные движения блоков земной коры должны приводить к локальным изменениям геомагнитного поля. Эти изменения, как правило, достигают амплитуд нескольких десятков гамм, их называют аномалиями вековой вариации. С 30-х годов нашего века ученые ищут связь между локальными изменениями геомагнитного поля и упругими напряжениями в земной коре. Установить эти связи не только в лаборатории, но и в природе — значит создать магнитные методы прогноза землетрясений. Однако успехи в решении задачи прогноза пока еще более чем скромные.

НАКОПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Непосредственные измерения элементов геомагнитного поля проводятся с 1500 года. Правда, до 1700 года измерялся единственный элемент, необходимый для практического использования, — магнитное склонение. (На основании первой информации, собранной еще Христофором Колумбом во время плавания, мы можем построить только линию нулевых значений склонения.) Основные данные о склонении с 1500 по 1900 год получены из судовых журналов, хранящихся в морских архивах. С 1700 го-



Локальная магнитная аномалия (кривая «а»). Она образовалась, когда в разлом между двумя блоками земной коры внедрилось вещество, намагниченное иначе, чем окружающие породы. Изменения магнитного поля в результате смещения блоков земной коры по разлому и возникновению упругих напряжений (кривая «б»). Если горные породы подвергаются воздействию упругих напряжений многократно, напряженность магнитного поля изменяется по некоторой замкнутой кривой («в»)

да начались измерения наклоения; несколько позднее — относительные измерения горизонтальной составляющей. С 1830 года начали измерять абсолютные значения ортогональных компонент геомагнитного поля, в 50-х годах XX века благодаря новой аппаратуре удалось организовать достаточно точные измерения с подвижных платформ, а с 1960 года появилась возможность измерять магнитное поле (только модуль полного вектора) с искусственных спутников Земли.

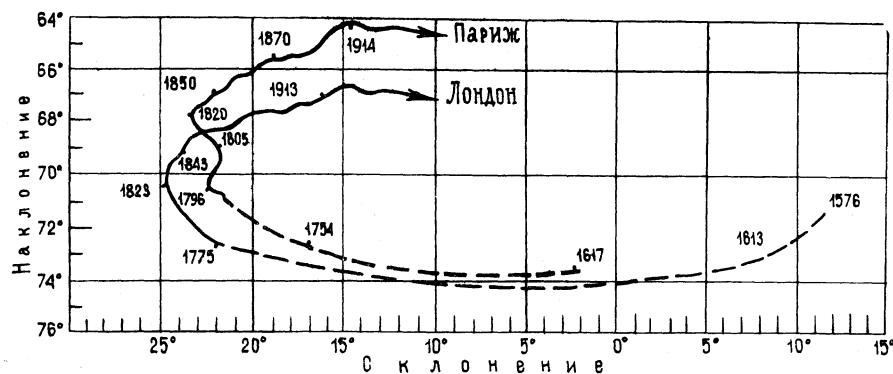
Первая специальная магнитная съемка была проведена в 1700 году под руководством астронома Э. Галлея. В 1840 году возник первый союз ученых для совместного изучения геомагнитного поля. Этим союзом руководил К. Ф. Гаусс. Во второй половине XX века было проведено несколько научных магнитных программ для изучения различных аспектов геомагнитного поля и в первую очередь накопление исходной экспериментальной информации. Наиболее крупным мероприятием был Международный геофизический год (1957—1959 гг.). В рамках этой программы возник проект «Мировая магнитная съемка». Наша страна проводила измерения со специального немагнитного научно-исследовательского судна «Заря» и первые съемки со спутника «Космос-49». (Любопытно отметить эффективность спутниковых измерений. Объем наблюдательного материала, полученного за 30 дней работы спутника, превосходит все то, что было сделано за 12 лет работы с борта немагнитного судна «Заря».) В эти годы США осуществили в глобальном масштабе аэромагнит-

ную съемку — измерения с искусственных спутников «ОГО-2, -4». Канада провела аэромагнитную съемку своей территории и Скандинавских стран, Япония — аэромагнитную съемку собственной территории и прилегающих морей.

Магнитные съемки — это как бы мгновенный снимок пространственной структуры. Чтобы представить, как изменяется поле, необходимо повторить либо всю съемку, либо некоторое ограниченное число пунктов на изучаемой территории. Поэтому очень большое значение имели повторные измерения со спутников, выполненные СССР — «Космос-321» и США — «ПОГО-6» в 1970 году. Еще более детальное представление об изменениях магнитного поля дают нам записи магнитных обсерваторий. Первые магнитные обсерватории начали работать в 1834 году. Сейчас их на земном шаре 160. Они ведут непрерывную запись изменений геомагнитного поля. Практически все имеющиеся результаты наблюдений, обобщенные в виде каталогов и карт, в нашей стране собраны в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР. Именно здесь изучается геомагнитное поле и решаются прикладные задачи.

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Основной вопрос геомагнетизма в наши дни — исследования вековых вариаций. Почему? Во-первых, надо научиться предсказывать величину изменений поля с точностью, необходимой для магнитного картогра-



фирования. Во-вторых, уметь извлекать из накопленной информации сведения о природе источников магнитного поля и использовать их для изучения внутреннего строения Земли. Для этого нужно хорошо представлять, как изменяется структура поля, выделить составляющие поля, различные по временным характеристикам, то есть осуществить временной и пространственный анализ. Непрерывные записи изменений поля, полученные обсерваториями, подвергают спектральной обработке. Этот подход — временной анализ — позволяет выделить основные временные особенности, характерные для определенного интервала. К сожалению, обсерваторий, имеющих непрерывный ряд измерений, очень мало. Наблюдения продолжительностью в 100 лет имеют всего десять обсерваторий. Распределены они по поверхности Земли неравномерно, следовательно, построить карты, например, 60-летней вариации для всей Земли нельзя. С большими ограничениями их можно построить для территории Европы, включая и нашу страну.

Для пространственного анализа данные съемок обобщаются в виде карты, отнесенной к определенному моменту времени — эпохе. Из карт исключается известная глобальная составляющая, например поле диполя; строятся карты «остатков», кото-

рые интерпретируются как поля, созданные отдельными изолированными источниками. В этом подходе мы получаем представление о пространственном распределении составляющих поля, но не видим их динамики. Как объединить оба подхода? Можно построить серию последовательных магнитных карт, выделить на них интересные нас структурные особенности и проследить за их изменением от года к году. (Пространственную структуру поля можно представить также в аналитическом виде. Наиболее удобной формой является аппроксимация поля сферическим гармоническим рядом Гаусса. Аналитическая форма позволяет проводить весь анализ на ЭВМ.)

Магнитные карты строятся следующим образом. На бланк географической карты наносятся значения поля, измеренные, например, за 5 лет. Через точки равных значений поля проводятся изолинии. Этот метод был предложен еще в 1701 году английским астрономом Э. Галлеем, строившим первые магнитные карты по результатам первой специальной магнитной съемки.

Наиболее подробные и точные магнитные карты всех элементов магнитного поля можно построить для периода 1975—1950 годов. Соответственно, для этого периода можно получить и наиболее точное представление о вековой вариации. Карты строились через интервал в 5 лет. За период с 1975 по 1880 год экспериментальной информации собрано уже существенно меньше, и карты можно строить через интервал лишь в 10 лет. Естественно, об изменениях

поля приходится судить более грубо. За период 1950—1500 годов данных еще меньше. Карты строятся через интервал в 50 лет. Оценки вековой вариации становятся еще грубее.

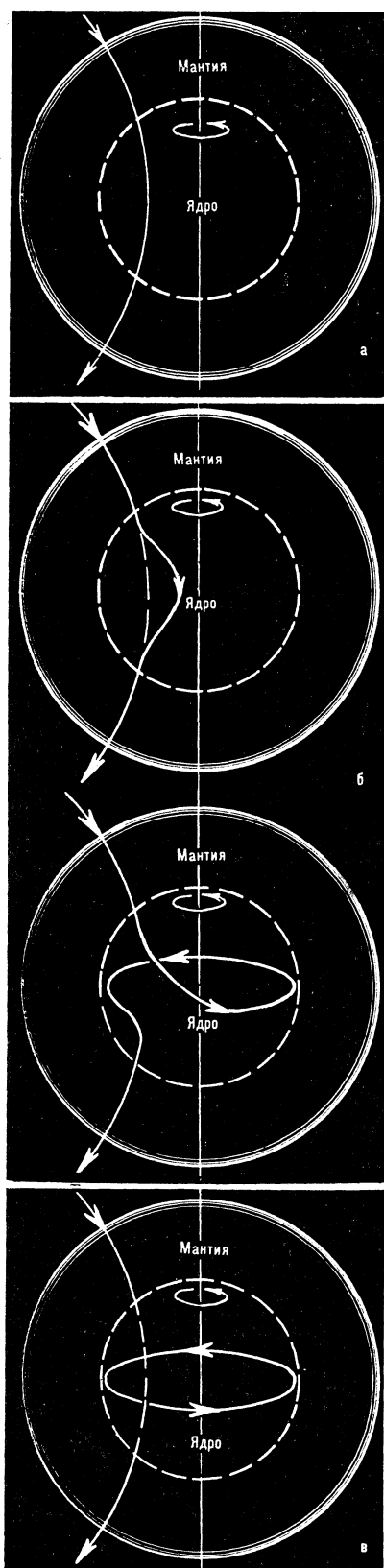
Таким образом, первый набор карт можно использовать для анализа изменений поля с характерными временами 10—20 лет; второй набор карт — 20—100; третий — 100—500 лет. Весь набор карт можно использовать для анализа изменений поля с характерными временами 10—500 лет. Анализируя этот набор карт, мы и получаем представление об изменении во времени определенных структур геомагнитного поля.

СВОЙСТВА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ

Имея перед собой три типа карт, мы в первую очередь можем выделить элементы, общие для всей Земли как по структуре поля, так и по ее временным колебаниям. Наиболее общую часть поля можно представить полем наклонного эксцентричного диполя. Это поле с начала наблюдений до наших дней убывает почти монотонно со скоростью 15—20 гамм/год, дрейфует к западу, изолинии смещаются со скоростью около 0°,18 в год, причем скорость дрейфа в южном полушарии несколько больше, чем в северном; заметно относительно медленное смещение поля к северу — диполь как бы «всплывает». Все эти изменения относительно медленны и равномерны, значит, процессы, их вызывающие, охватывают значительные объемы внутри Земли.

На общие монотонные изменения накладываются быстрые процессы. В пространственной структуре магнитного поля они выражены как области повышенных или пониженных значений. Структуры подобного типа называют **недипольной частью поля**, они также подвержены изменениям. Во-первых, изменяются амплитуды, колебания достигают 100 гамм/год и более. На картах вековой вариации они проявляются как замкнутые контуры — **фокусы вековой вариации**. Во-вторых, эти фокусы тоже дрейфуют в западном направлении

Векторная диаграмма наклонения и склонения геомагнитного поля в Лондоне и Париже для нескольких веков



со скоростями, превышающими скорость общего западного дрейфа дипольной составляющей. На фоне региональных изменений поля можно различить и более мелкие элементы со временем существования около 50—70 лет. На последовательной серии карт вековой вариации можно проследить, как они возникают, развиваются и распадаются. Для них также характерен дрейф к западу со скоростью $0^{\circ},3$ в год. Кроме западного дрейфа есть движение к северу (для структур северного полушария) и к югу (для структур южного полушария): по мере удаления от экватора составляющие скорости заметно растут.

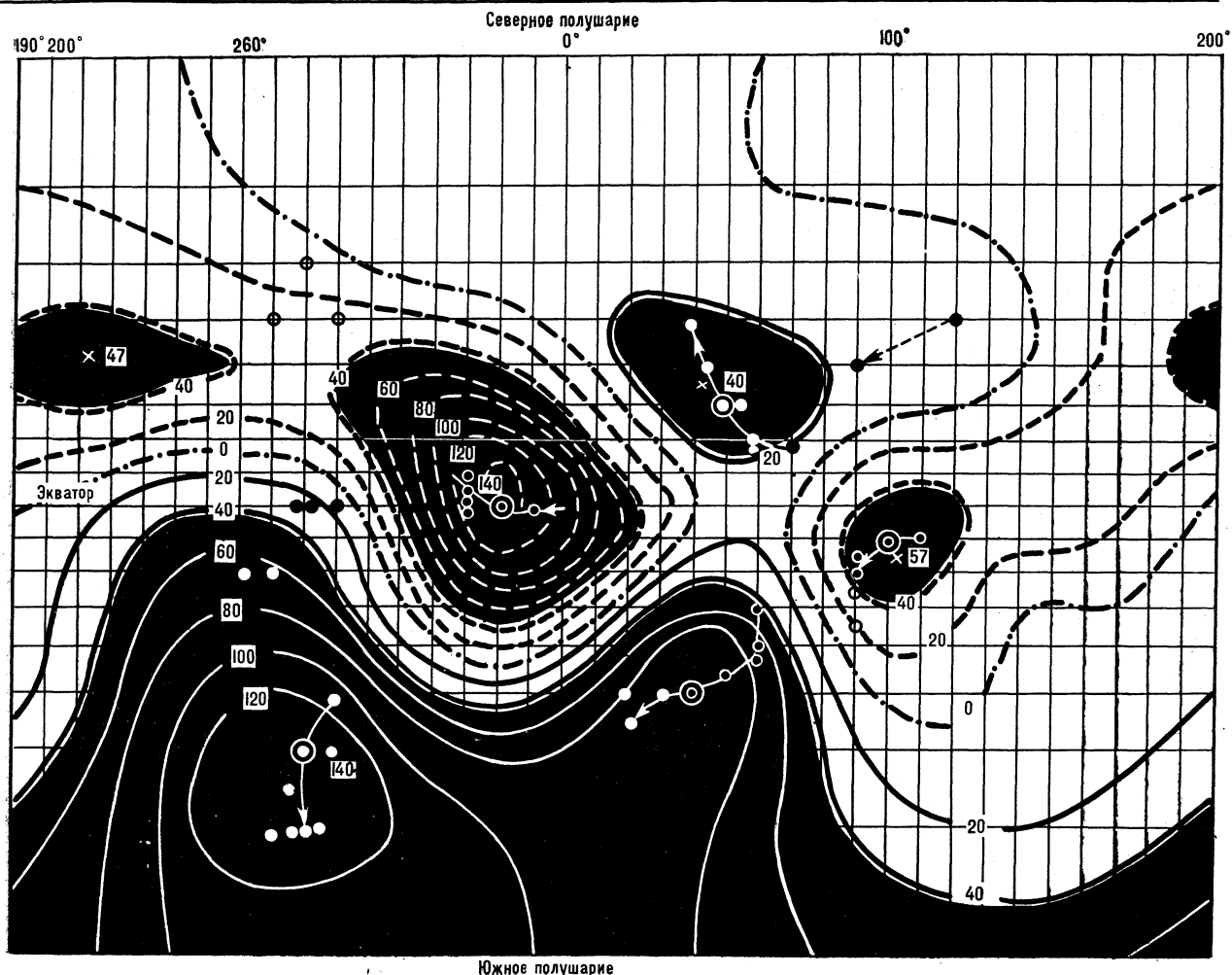
Таким образом, в геомагнитном поле по пространственно-временному признаку можно выделить три группы явлений: глобальные эффекты с характерным временем жизни более 500 лет; крупные региональные структуры с характерным временем жизни порядка 300—600 лет; локальные элементы — 50—70 лет. Источники этих полей и их изменений относятся к внутренним и расположены

на глубинах около половины земного радиуса, то есть близко к границе раздела ядро — мантия.

ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Долго существовало предположение, что геомагнитное поле постоянно и что создают его намагниченные породы Земли. Эта гипотеза возникла в то время, когда сведений о структуре геомагнитного поля было чрезвычайно мало, а данных о вековой вариации не было совсем. Сейчас мы знаем, что магнитные свойства горных пород исчезают, если их температура превышает некоторое критическое значение — точку Кюри. Для пород, богатых магнетитом, предельное значение температуры Кюри составляет 560°C . Гипотезе постоянного намагничивания противоречат и все современные сведения о вековых вариациях. Гипотезу подновляли, пытались объяснить постоянной намагниченностью хотя бы часть главного поля, ту, которую мы отнесли к эффектам второго порядка. Однако эта часть поля не только подтверждена достаточно быстрым (через 300—600 лет) изменением, но и смещается к западу. Трудно придумать такой физический процесс (нагрев, изменение давлений, химические превращения), который происходил бы столь быстро и которым можно было бы объяснить наблюдаемые свойства вековых вариаций. Так что в наши дни от гипотез постоянной намагниченности сохранилось только образное выражение: «Земля большой магнит». Не более 2% магнитного поля Земли (аномальное поле) можно объяснить

Схема генерации внутреннего магнитного поля Земли. Силовые линии дипольного поля оказываются как бы замороженными в земное ядро, проводимость которого существенно больше проводимости мантии (а). В результате разной скорости вращения земного ядра и мантии магнитные силовые линии вытягиваются, образуют петли (б), затем происходит отрыв замкнутых силовых линий и формируется тороидальное поле (в). Тороидальное поле, взаимодействуя в ядре, усиливает дипольное поле — таким образом поддерживается работа земного динамо



магнитными свойствами (индуктивная и остаточная намагниченность) тонкого поверхностного слоя земной коры.

Вторая группа гипотез основана на предположении о токовой природе главного геомагнитного поля. В них Земля рассматривается не как постоянный магнит, а как большой электромагнит. Зная распределение магнитного поля на поверхности Земли, можно подобрать такую систему электрических токов внутри, чтобы поле, создаваемое ею, с достаточно высокой степенью точности соответствовало наблюдаемому. Значительно сложнее объяснить пространственно-временной спектр вековых вариаций (особенно изменения поля с интервалами 60—600 лет), а также

дрейф поля. В качестве источников рассматривалась распадающаяся система тока (без объяснения причин ее возникновения), система вращаю-

Годовые изменения вертикальной составляющей, средние для интервала в 90 лет (1880—1970 гг.). Среднее изменение по всей Земле 20—25 гамм в год (поле систематически убывает). В отдельных районах наблюдаются изменения, достигающие 100—150 гамм в год, — «фокусы вековой вариации» (черный цвет). Сплошные линии показывают, где поле растет, пунктирные — где оно убывает. Траектории движения фокусов изображены стрелками; их положение — точками; амплитудные значения, средние для интервала в 90 лет, — цифрами

щихся электрических зарядов, термоэлектрический эффект и др.

Особенности пространственной структуры и вековые вариации находят объяснение в рамках гипотезы о гидромагнитном динамо. Эта гипотеза основана на том, что в результате движения проводящей жидкости в некотором магнитном поле должен возникнуть электрический ток, создающий поле, направленное одинаково с первоначальным и усиливающее его. Таким образом, эта группа гипотез объясняет и сложную структуру поля и относительно быстрые его изменения.

Как может работать динамо Земли? Что приводит в движение проводящую жидкость? Исследователи называют: и градиент температуры, и



тепловую конвекцию, и гравитационную дифференциацию — опускание более тяжелых минералов и всплытие более легких, а также кориолисовы силы. Во всех случаях движение должно быть достаточно сложным — должны непременно формироваться конвекционные ячейки разных масштабов. Конвекционные ячейки проводящей жидкости в земном ядре отождествляются с замкнутыми контурами тока, создающими неоднородности в структуре поля на поверхности Земли. От размеров конвекционных ячеек зависит и разное время их существования, и линейные масштабы, а также различная скорость западного дрейфа.

Мы еще очень мало знаем о внутреннем строении Земли, о состоянии и физических свойствах вещества внутри планеты. Эта неполнота наших знаний не позволяет создать однозначную модель гидромагнитного динамо. Можно говорить лишь о двух группах моделей. Модели **первой группы** рассматривают крупномасштабную циркуляцию вещества внутри Земли. Число вихрей конечно, их размеры близки к размерам земного ядра. Однако для объяснения высокочастотной части вековой вариации магнитного поля к этим моделям приходится привлекать некоторые дополнительные механизмы. В моделях **второй группы** рассматривается мелкомасштабная турбулентность. Естественно, что задавая большое число ячеек, проще и легче объяснить геомагнитные эффекты. Какому же из подходов отдать предпочтение? Этот вопрос можно решить, лишь привлекая данные о вековой вариации.

ОЛЕДЕНЕНИЕ И ВУЛКАНИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Мысль о том, что между началом ледниковых периодов и изменениями вулканической активности существует причинно-следственная связь, длительное время оставалась гипотетичной, нуждавшейся в подкреплении фактами. Одним из первых ее сторонников был еще Бенджамин Франклин, 200 лет назад указывавший, что пылевые частицы, выбрасываемые в ходе извержений, могут задерживать солнечные лучи, что приводит к наступлению ледников на Земле. Однако свидетельств такого эффекта не было, так как на суше продукты вулканических извержений подвержены эрозии ветрами и осадками. Эти продукты нередко перекрываются свежими вулканическими породами.

По мнению профессора океанографии Дж. Кеннета (США), ныне такие факты стали очевидными. Это суждение профессор Дж. Кеннет основывает на выполненных им и его аспирантом Р. Танеллом анализах большого количества образцов осадочных пород, взятых со дна различных районов Мирового океана.

Колонки морских грунтов поступали в распоряжение исследователей благодаря тому, что американское научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер», выполняя проект «Глубинное бурение в море», провело седиментологические работы во многих районах Мирового океана в ходе своих 40 экспедиций. Выводы Кеннета и Танелла основаны на изучении 320 колонок донного грунта из всех океанов, кроме Ледовитого. Эти колонки охватывают последние 20 млн. лет геологической истории планеты.

Анализ отчетливо показал, что в течение четвертичного периода (то есть последние 2 млн. лет) вулканическая активность была примерно в 4 раза выше, чем в среднем за последние 20 млн. лет. Она также вдвое превышала тот максимум, который отмечался 12—14 млн. лет

назад, в эпоху среднего плейстоцена.

Исследователи сгруппировали пункты бурения по восьми различным географическим районам, и во всех восьми наблюдался резкий рост вулканической активности, приходящийся на последние 2 млн. лет.

Приглашенный к участию в исследованиях гляциолог Н. Шеклтон подтвердил, что это совпадает с последними крупными, хотя и быстро колеблющимися климатическими изменениями, связанными с так называемыми ледниково-межледниковыми циклами в северном полушарии. Начало соответствующего периода континентального оледенения специалисты относят к периоду, отстоящему от нас на 2,4 млн. лет.

Синхронность процессов такого масштаба не может быть случайной. Выполненные ранее вычисления показывают, что для возникновения нового оледенения в результате загрязнения атмосферы частицами, выброшенными во время извержения, необходимо 40-процентное возрастание взрывной вулканической активности за период всего нескольких тысяч лет. Данные Кеннета и Танелла показывают, что в рассматриваемый период интенсивность вулканической деятельности возросла еще более значительно.

Исследователи пока не утверждают, что служило причиной, а что — следствием в цепи вулканологических и гляциологических событий, хотя и склонны считать извержения фактором первичным. С другой стороны, еще нельзя считать опровергнутой известную гипотезу Р. К. Мэтьюза, согласно которой климатические изменения могут служить «спусковым крючком» для возбуждения вулканической активности в глобальном масштабе.

Новые рейсы научно-исследовательского судна «Гломар Челленджер» должны принести большее количество седиментологических материалов, которые позволят окончательно установить причинно-следственную связь.

«Science News», 107, 7, 1975



Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН

Человек изучает атмосферу

СФЕРА ДЫХАНИЯ

Слово «атмосфера» буквально означает «сфера дыхания». Понятие это возникло еще в Древней Греции. Атмосфера считалась состоящей из воздуха, а воздух — одним из четырех элементов мира (земля, вода, воздух и огонь). Греческий философ Анаксимен (VI в. до н. э.) вообще считал воздух «началом вещей». Известный материалист древности Демокрит (460—370 гг. до н. э.) полагал, что воздух, как и все элементы, состоит из мельчайших неделимых частиц — атомов, которые могут свободно двигаться, сталкиваться между собой, соединяться в группы. Аналогичные взгляды разделяли Левкипп (около 500—440 гг. до н. э.) и Эпикур (341—270 гг. до н. э.).

Античные мыслители — до Лукреция Кара включительно (около 99—55 гг. до н. э.) — считали воздух единой средой. Уже Аристотелю были известны такие свойства воздуха, как вес, упругость, давление и т. д. В системе мира Аристотеля сфера воздуха (то есть атмосфера) располагается между сферой воды и сферой огня (огонь считался элементом легче воздуха). Именно Аристотель ввел впервые термин «метеорология», назвав так одно из своих сочинений.

Наступление эпохи средневековья, сопровождавшееся беспощадным подавлением церковью всякой научной мысли, задержало на полторы тысячи лет дальнейшее развитие знаний об атмосфере.

Лишь в XV веке Леонардо да Винчи (1452—1519) в своих трудах вернулся к природе воздуха. Он впервые указал на то, что воздух состоит

**Нелегким, тернистым путем
шло человечество, познавая ат-
мосферу. Этот путь еще не
пройден до конца. Еще немало
вопросов осталось нерешен-
ных. Но ведь исследования
продолжаются.**

из нескольких составных частей, причем только одна может поддерживать горение или дыхание. Сто лет спустя Ван Хельмонт из Брабанта (1577—1644) впервые ввел понятие о газах. К сожалению, в последующих работах этот термин почти не употребляется — до исследований А. Лавуазье.

В 70-е годы XVIII века были открыты основные составляющие воздуха: кислород (1770 г.) и азот (1772 г.). Третий по распространенности газ воздуха — аргон — был открыт более столетия спустя, в 1894 году. Еще в работах Ван Хельмонта изучаются такие составляющие воздуха, как водяной пар и углекислый газ. Впрочем, до работ Лавуазье углекислый газ был известен под самыми различными названиями (лесной газ, закрепленный воздух).

Примерно к 1790 году все основные компоненты воздуха, кроме аргона, были известны, но еще оставалось неясным, представляет ли собой воздух смесь газов или химическое соединение азота с кислородом. Однако вскоре ряд экспериментов показал, что азот может смешиваться с кислородом в любых пропорциях, причем никаких химических реакций между ними не происходит. Это и доказывало, что воздух не соединение, а смесь газов.

ВОЗДУШНАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

Параллельно с изучением воздуха как среды развивались научные представления о строении атмосферы как воздушной оболочки, окружающей Землю.

Еще в 1640 году Галилео Галилей объяснил неудачную попытку построить фонтан для герцога Тосканского тем, что подъем воды в фонтане происходит в результате давления воздуха, которое может поднять воду лишь до определенного уровня. В 1642 году ученик Галилея Э. Торричелли построил водяной барометр* и впервые определил давление воздуха — оно оказалось равным весу столба воды высотой 10,33 м**. Он же соорудил ртутный барометр, которым пользуются и поныне. Опыты с ртутным барометром проводил в 1646—1647 годах Б. Паскаль в Руане. Именно ему пришла в голову мысль, что давление воздуха должно уменьшаться с высотой. Эту мысль Паскаля проверил в 1648 году его друг Перье. Поднявшись в гору на высоту около 1 км, Перье обнаружил заметное падение давления.

Таким образом, уже в середине XVII века стало ясно, что воздух образует оболочку (атмосферу), создающую на поверхности Земли давление около 1 кг/см². Отсюда нетрудно было, зная величину поверхности

* Одновременно и независимо водяной барометр соорудил О. Герике.

** Все результаты измерений в XVII—XVIII веках переведены здесь в метрические меры.

земного шара ($\sim 5 \cdot 10^8 \text{ км}^3$), подсчитать общую массу атмосферы $5,27 \cdot 10^{15}$ тонн.

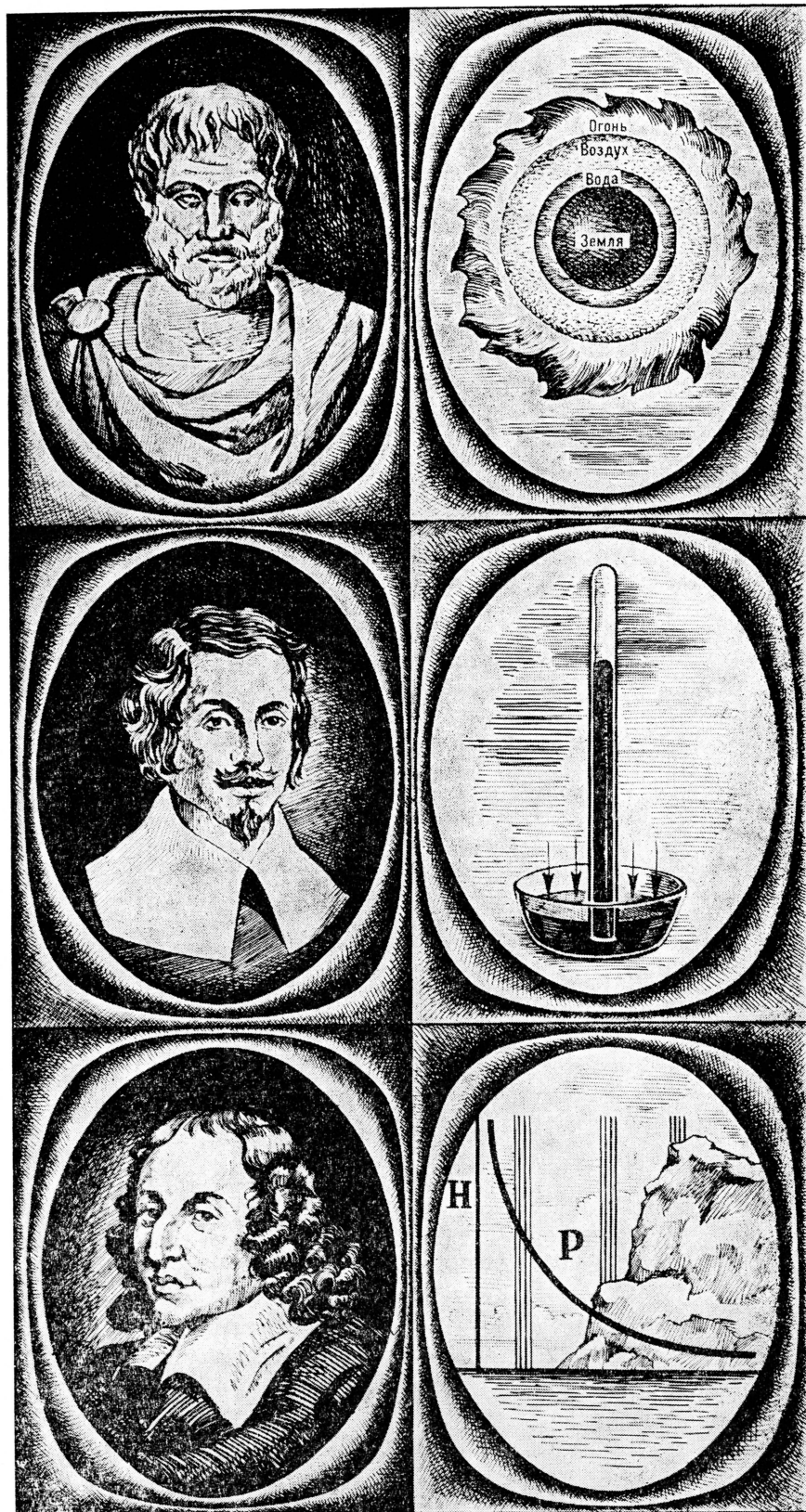
В 60-х годах XVII века Р. Бойль впервые определил плотность воздуха у поверхности Земли — $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$. Сравнение плотности и давления на уровне моря показало, что вся атмосфера эквивалентна по массе однородному слою воздуха нормальной плотности, высотой около 8 км. Факт падения давления, а значит, и плотности воздуха с высотой показывал, что истинная граница атмосферы должна быть расположена выше. Но где именно?

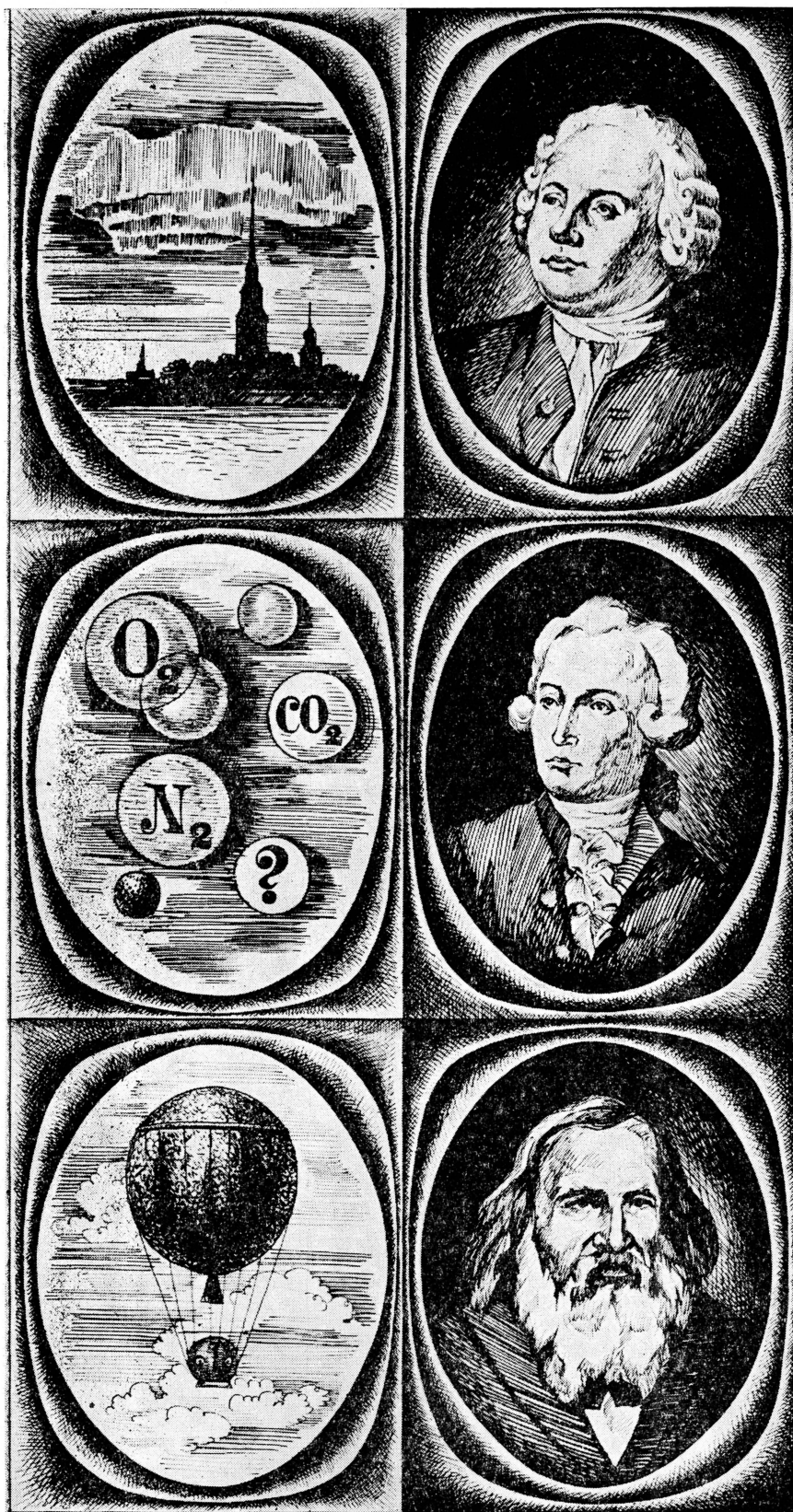
Интересная попытка теоретически осмыслить строение атмосферы была сделана в 1748 году М. В. Ломоносовым. В своей работе «Попытка теории упругой силы воздуха» он прежде всего объясняет упругость газов взаимными столкновениями и «расталкиванием» атомов. Далее он рассматривает движение молекул воздуха (которые он называет «корпускулами») в реальной атмосфере с учетом как силы тяжести, так и взаимных столкновений молекул. В этой работе Ломоносов приходит к замечательному выводу, что начиная с не-

■ *Аристотель (384—322 гг. до н. э.). Сочинения Аристотеля охватывают все современные ему области знания*

■ *Эванджелиста Торричелли (1608—1647). Итальянский физик и математик, ученик Г. Галилея. С помощью изобретенного им ртутного барометра открыл давление воздуха*

■ *Блез Паскаль (1623—1662). Французский математик, физик и философ*





которого уровня (теперь мы называем его уровнем диссипации) молекулы атмосферы могут вовсе покидать Землю, преодолевая силы ее притяжения.

Ломоносов принимал активное участие в метеорологических исследованиях, которые проводились в России, еще с 1726 года, когда был начат непрерывный ряд метеорологических наблюдений в Петербурге. В 1733—1734 годах сеть метеостанций была основана и в Сибири.

Ломоносов много занимался исследованием атмосферного электричества, ему принадлежат идеи создания самопишущих метеорологических приборов, подъема их с помощью летательных аппаратов в атмосферу и многие другие идеи, осуществленные лишь столетия спустя. Большое значение имели исследования Ломоносовым полярных сияний. Их причину он правильно видел в «происходящей на воздухе электрической силе». Почти одновременно, в 1754 году французский ученый Ж.-Ж. Мэран определил высоту нижней

■ *М. В. Ломоносов (1711—1765). Гениальный русский ученый-энциклопедист, мыслитель-материалист, поэт, поборник отечественного просвещения*

■ *Антуан Лоран Лавуазье (1743—1794). Французский химик, член Парижской академии наук, автор классического курса «Начальный учебник химии»*

■ *Д. И. Менделеев (1834—1907). Великий русский химик, открывший периодический закон химических элементов — один из основных законов естествознания*

границы полярных сияний в 80—100 км. Таким образом, уже в середине XVIII века стало ясно, что атмосфера простирается вверх на сотни километров.

НАЧАЛО АЭРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В конце XVIII века начинаются подъемы людей на аэростатах. В 1783 году состоялся первый успешный подъем на аэростате братьев Монгольфье. Вскоре после этого Ж.-А. Шарль осуществил подъем аэростата, во время которого измерялись давление и температура воздуха, изучалось атмосферное электричество. Первый полет с научными целями на свободном аэростате в нашей стране предпринял в 1804 году академик Я. Д. Захаров, установивший, что температура с высотой падает, причем вертикальный градиент температуры в нижнем слое земной атмосферы — тропосфере составляет 6° на 1 км.

В 1868—1873 годах М. А. Рыкачев осуществил несколько подъемов аэростатов с научными целями. В 1880—1890 годах по инициативе Д. И. Менделеева и М. А. Рыкачева в России были организованы регулярные полеты на аэростатах, которых было совершено около 80. Результаты их были опубликованы в 1891 году — они содержали данные об изменении температуры и давления с высотой в тропосфере.

Начиная с 1893 года французский ученый Л. Тейссеран де Бор организовал серию подъемов метеорографов на шарах-зондах до 12—16 км. Обработав в 1902 году материалы

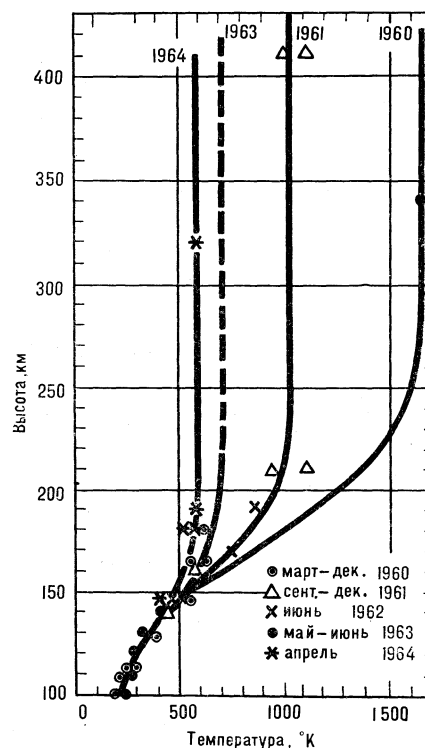
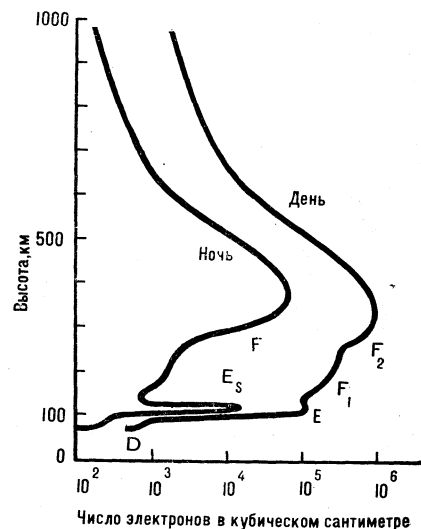
нескольких сот подъемов, он установил, что падение температуры наблюдается лишь до уровня 9—10 км, а далее температура остается постоянной (порядка 220°K). Так была открыта новая область атмосферы — стратосфера («Земля и Вселенная», № 2, 1975 г., стр. 38—47. — Ред.).

В 1920 году была создана Московская аэрологическая обсерватория и восстановлена обсерватория в Павловске, где под руководством П. А. Молчанова был запущен в 1930 году первый в мире радиозонд. К началу 30-х годов шары-зонды и радиозонды достигали уже высот в 30 км, производя прямые измерения температуры, плотности и давления воздуха. Но высота подъема стратостатов с людьми ограничивалась уровнем 16 км (полеты бельгийца А. Пикара в 1931—1932 гг.).

В 1933 году советский стратостат «СССР-1» (Г. А. Прокофьев, Э. К. Бирнбаум, К. Д. Годунов) достиг высоты 19 км, а в январе 1934 года стратостат «Осоавиахим» (П. Ф. Федосеенко, А. Б. Васенко, И. Д. Усыскин) поднялся на 22 км, установив мировой рекорд. Во время этих полетов были выполнены ценные научные исследования стратосферы.

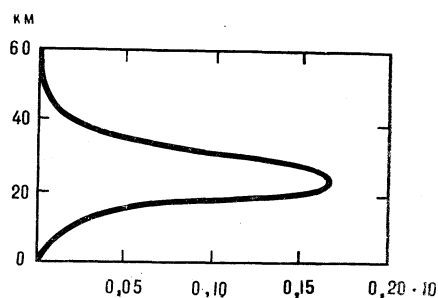
ОЗОН В АТМОСФЕРЕ

Большое значение для понимания свойств более высоких слоев атмосферы имело открытие атмосферного озона («Земля и Вселенная», № 2, 1975 г., стр. 47—53. — Ред.). Еще в 80-х годах XIX века ученые обратили внимание на «обрезание» ультрафиолетового края солнечного спектра начиная с длины волны 2900 Å. В



Типичное вертикальное распределение электронной концентрации в ионосфере для дневных и ночных условий

Распределение температуры, полученное методом выпуска с ракет паров натрия и калия. Результаты наблюдений в различные периоды солнечной активности в 1960—1964 годах.



1880 году У. Хартли объяснил это явление поглощением коротковолновых лучей молекулами озона (O_3). В 1882 году Дж. Шаппюи открыл несколько полос поглощения озона в видимой части спектра. В 1903 году Э. Мейер провел ряд количественных измерений содержания озона вдоль луча зрения путем сравнения с лабораторными экспериментами. Но только в 1913 году Ш. Фабри и А. Бюиссон, производя количественные измерения поглощения на различных высотах, окончательно доказали, что озон находится именно в земной атмосфере, а не во внешних слоях атмосферы Солнца. Более точные измерения были повторены ими в 1921 году.

С другой стороны, в 1922 году Ф. Линдеман и Дж. Дёбсон из наблюдений метеоров на высотах 80—100 км обнаружили, что плотность воздуха там выше, чем должна была быть в предположении о постоянстве температуры стратосферы выше тропопавзы (границы, отделяющей стратосферу от тропосферы). Это означало, что на промежуточных высотах существует температурная инверсия, то есть область, где температура растет с высотой. Об инверсии свидетельствовали и акустические исследования: звуковые волны при сильных взрывах отражались инверсионным слоем и создавали зону аномальной слышимости. В 1920 году В. И. Виткевич предложил использовать это явление для акустического зондирования верхних слоев атмосферы. Этот метод получил в дальнейшем широкое применение. Причину температурной инверсии объяснил в 1923 году английский метеоролог Ф. Дж.

Уиллс: она была связана с поглощением солнечного ультрафиолетового излучения озоном.

Высота озонного слоя (или, как принято говорить теперь, озоносферы) первоначально (в 1927—1929 гг.) оценивалась различными оптическими методами в 45—50 км. Однако последующие, начиная с 1931 года, более точные измерения как оптическими, так и прямыми методами, показали, что наибольшая концентрация озона приходится на высоты 20—25 км. Между тем, максимум инверсионного слоя лежит на 25 км выше. Это связано с характером поглощения озоном солнечных ультрафиолетовых лучей, которое максимально именно на высотах 45—50 км, где оно вызывает наибольший нагрев до 280—300° К. Ниже солнечные лучи проникают, испытав уже значительное поглощение, и потому не столь эффективны, а кроме того, играет роль передача тепла вниз в процессе теплопроводности и диффузии.

Теория образования озона в предположении фотохимического равновесия его с атомарным и молекулярным кислородом была развита в 1930 году известным английским геофизиком С. Чепменом и усовершенствована затем многими учеными, в частности французом М. Николе.

Выше 50 км температура атмосферы снова падает и достигает минимума на высоте 80—85 км. Слой атмосферы между этими уровнями называют мезосферой, а его верхнюю границу, соответствующую ми-



Вертикальное распределение озона в атмосфере (по современным данным)

нимуму температуры, — мезопаузой. Существование этого минимума связано с тем, что здесь поглощение солнечных ультрафиолетовых лучей озоном быстро падает (уменьшается его концентрация). Выше мезопаузы начинается интенсивное поглощение ультрафиолетовых лучей Солнца кислородом. Кислород поглощает более коротковолновые лучи, чем озон (длины волн меньше 1667 Å — так называемый континуум Шумана — Рунге), и это приводит к полной диссоциации кислорода на атомы выше 80—100 км. Образование атомарного кислорода в процессе его диссоциации является важным фактором в строении верхней атмосферы Земли и необходимым условием для формирования озоносферы.

ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

В 1902 году американский ученый А. Кеннелли и английский ученый О. Хивисайд независимо друг от друга обнаружили эффект отражения коротких радиоволн слоем атмосферы, лежащим выше 100 км. Этот слой, состоящий из ионизованного газа, получил тогда название слоя Кеннелли — Хивисайда.

В 1913—1916 годах проблему ионизации атмосферы исследовал русский геофизик В. Н. Оболенский, полагавший, что причиной ионизации является взаимодействие космических лучей с атмосферой. В 1923 году советский ученый М. В. Шулейкин, а в 1925 году английский ученый Э. Эпплтон открыли еще более высокие ионизованные слои на высоте 260—300 км. Эти слои, получившие общее название ионосферы, стали предме-



том пристального изучения в последние годы.

С середины 30-х годов вошло в практику предложенное Э. Эпплтоном современное обозначение слоев, или областей ионосферы: слой D (60—90 км), слой E (100—120 км), слой F_1 (180—240 км) и слой F_2 (250—400 км). В 1931 году С. Чепмен построил теорию простого ионизованного слоя, которая хорошо объясняла образование и строение слоя E, но попытки применить ее к слоям F_1 и F_2 натолкнулись на ряд теоретических затруднений, неразрешенных и до сих пор, несмотря на множество работ, посвященных этим слоям.

Огромное значение для исследования верхних слоев атмосферы имело применение приборов, установленных на ракетах. До 1946 года наши суждения о плотности и температуре атмосферы на высотах от 40 до 150 км были основаны главным образом на измерениях торможения метеоров и на других косвенных методах (акустический, сумеречный и др.). Запуски ракет в США, СССР и других странах позволили построить надежные модели атмосферы (то есть взаимно согласованные графики или таблицы хода давления, плотности, температуры и других параметров) до высот 200 км для различных времен года, часа суток и широты места. Особенное развитие эти исследования получили в период Международного геофизического года (1957—1959 гг.).

В 1957 году в СССР были осуществлены первые запуски искусственных спутников Земли, позволившие продолжить прямое изучение верхней атмосферы до ее перехода в меж-

планетное пространство, то есть до расстояний в тысячи километров от поверхности Земли.

До 1946 года ученые полагали, что слои ионосферы, состоящие из смеси нейтральных атомов, ионов и электронов, располагаются изолированно друг от друга. Запуски геофизических ракет начиная с 1946 года и искусственных спутников Земли начиная с 1957 года показали, что на самом деле резких границ между ионосферными слоями не существует, а уровням этих слоев соответствуют лишь небольшие пики на кривой изменения концентрации электронов с высотой. Выше уровня максимальной концентрации ($2 \cdot 10^6$ эл/см³ на высоте 300 км) количество электронов убывает медленно, так что большая часть их расположена в самых верхних слоях атмосферы.

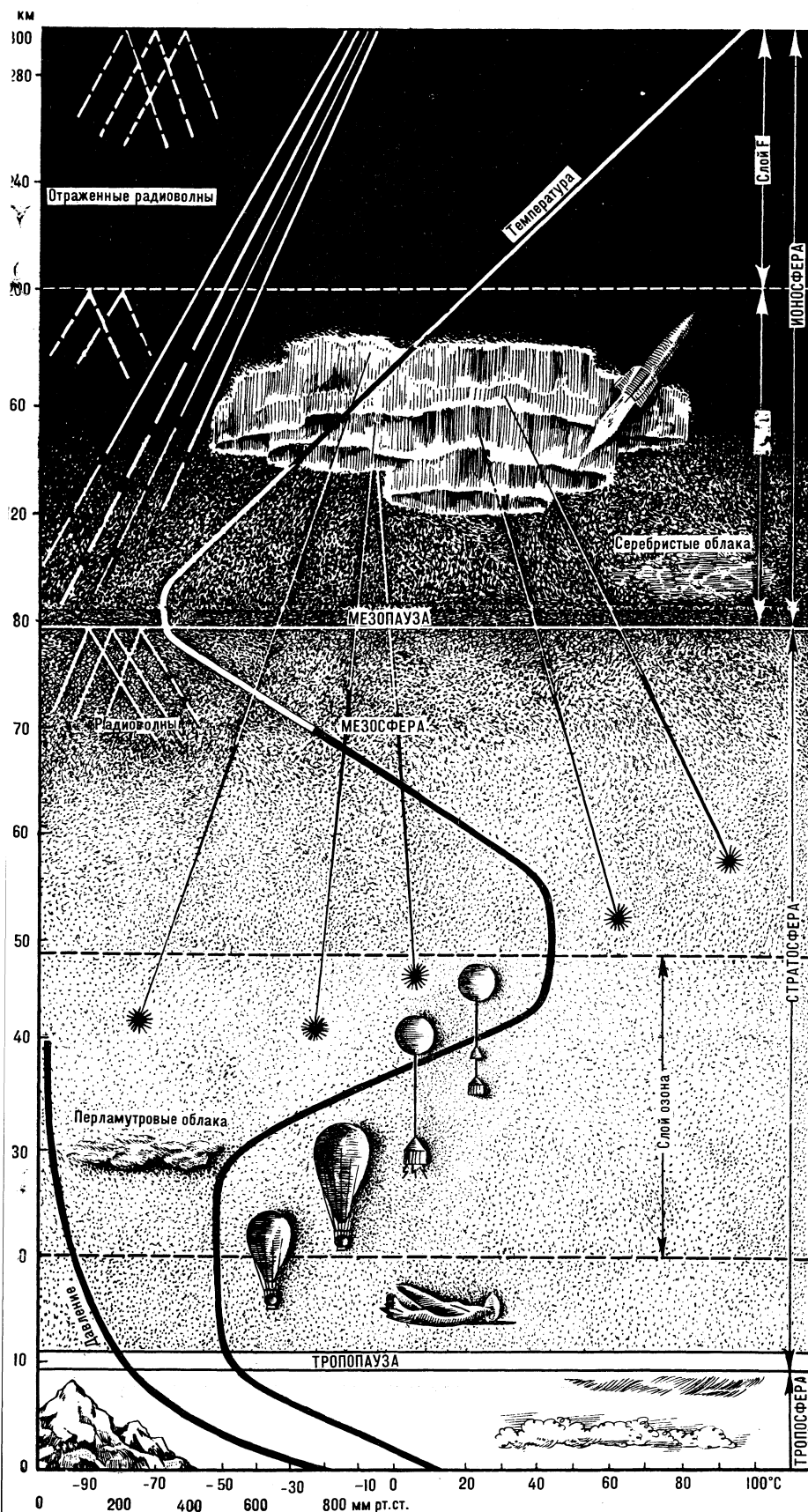
Кроме этих четырех «постоянных» ионосферных слоев существует спорадический слой E_s , возникающий на уровне слоя E в виде отдельных, сравнительно недолговечных электронных облаков. Одним из источников образования слоя E_s являются солнечные корпускулярные потоки, другим — ионизация пролетающими метеорами. Пролетая сквозь атмосферу, метеорные тела нагреваются и испаряются; атомы метеорных паров от столкновения с атомами воздуха легко ионизируются, так как среди них есть много атомов металлов (Na, Ca, Mg, Al) с низкими энергиями ионизации. Метеорная компонента слоя E_s используется для метеорной радиосвязи. При пролете метеора происходит отражение радиосигнала передающей станции на сотни и тысячи километров, а так как метеоров

пролетает много, эти отражения позволяют сверять точнейшим образом стандарты времени (атомные часы), находящиеся в разных городах, уточнять скорость распространения радиоволн, передавать периодически повторяемые сигналы и решать другие специальные научно-технические задачи.

САМЫЕ ВЕРХНИЕ СЛОИ

Температура самых верхних слоев атмосферы, расположенных выше мезопаузы — так называемой термосферы, — прогрессивно растет с высотой примерно от 150—200° в районе мезопаузы до 1000—2000° К на уровне 1000 км. Основным источником нагрева термосферы является, как указал еще в 1956 году американский геофизик Ф. Джонсон, поглощение коротковолнового излучения Солнца. На высотах 100—130 км поглощается излучение в спектральном интервале 1300—1800 Å, а выше — в интервале 200—900 Å. Поглощенная энергия расходуется на диссоциацию молекул кислорода и азота и на ионизацию атомов. Остаток энергии передается образовавшимся электронам, которые, хотя и отдают часть энергии тяжелым частицам (атомам, ионам) в результате столкновений с ними, все же сохраняют более высокую по сравнению с ними температуру. Таково основное содержание концепции Ф. Джонсона.

Однако анализ торможения в атмосфере первых советских искусственных спутников Земли и их ракет-носителей заставил пересмотреть эту теорию, приводившую к выводу о том, что выше 300 км атмосфера ста-



новится изотермической. Выявились суточные, годовые и 11-летние колебания температуры и степени ионизации верхних слоев атмосферы. В годы максимума солнечной активности температура верхней части термосферы достигала 2000° , в годы минимума — только 1000° , в промежуточные годы — около 1500° К.

Помимо коротковолнового излучения Солнца существенным механизмом нагрева термосферы являются солнечные корпускулярные потоки, которые могут передавать энергию атмосфере различными путями: прямыми столкновениями корпускул с ее атомами, образованием плазменных волн в ионосфере (механизм А. Десслера, 1958 г.), воздействием на геомагнитное поле магнитных полей, связанных с корпускулярными потоками (механизм В. И. Красовского, 1959 г.). Общий приход энергии от корпускулярных потоков зависит от их скорости и концентрации частиц и в максимуме может достигать 5—10% энергии, передаваемой солнечным излучением. В ночные часы этот источник может играть первостепенную роль.

Исследование верхних слоев атмосферы с помощью искусственных спутников Земли и космических ракет показало, что выше 300 км происходит диффузное разделение газов: азот и кислород уступают место водороду и гелию. Из этих наиболее легких газов и состоят самые верхние слои земной атмосферы, ее «корона».

Строение атмосферы (по данным осредненных современных наблюдений)

Как же далеко простирается атмосфера нашей планеты? Еще сравнительно недавно, до запуска первых спутников, границей атмосферы условно считался уровень 2000 км. Исследования водородной короны с помощью ультрафиолетовых спектрометров, установленных на покидавших Землю автоматических межпланетных станциях, позволили В. Г. Курту и другим советским астрономам установить, что уровень этого «потолка» следует поднять по крайней мере в 10 раз, поскольку даже на высоте 20 000 км следы свечения водородной короны еще наблюдались.

В самое последнее время для изучения верхних слоев атмосферы Земли с успехом были использованы приборы, установленные на орбитальных пилотируемых научных стан-

циях. На станции «Салют-4» исследовалось содержание озона и водяного пара выше 15 км и их распределение с высотой. Для этой цели группа ленинградских ученых во главе с членом-корреспондентом АН СССР К. Я. Кондратьевым сконструировала специальный прибор — комплекс солнечных спектрометров. Он включает инфракрасный спектрометр, предназначенный для наблюдений полосы поглощения водяного пара на длине волны 2,7 мкм, и ультрафиолетовый спектрометр, исследующий полосы поглощения озона в диапазоне 0,250—0,295 мкм. Получая солнечные спектры при разных высотах Солнца над горизонтом станции (а значит, при различной оптической толщине исследуемого газа, пронизываемой солнечным лучом), можно узнать рас-

пределение данного газа по высоте.

Уже первый экипаж орбитальной станции «Салют-4» — А. А. Губарев и Г. М. Гречко — доставил на Землю около 200 спектров Солнца, полученных этим прибором. Еще больший объем материала доставлен вторым экипажем — П. И. Климуком и В. И. Севастьяновым. Предварительная обработка его показала, что относительное содержание водяного пара заметно убывает от высот — 15—20 км (где наблюдается порой полное насыщение) до высот 70—80 км, где атмосфера почти сухая. Вертикальное распределение водяного пара получено над различными районами Земли. Нет сомнений, что исследования атмосферы с орбитальных пилотируемых станций имеют большое будущее.



САМАЯ ДАЛЕКАЯ ГАЛАКТИКА

В 1960 году известный американский астроном Р. Минковский исследовал на 5-метровом телескопе спектр очень слабой галактики 20-й видимой величины. Эта галактика — самая яркая в далеком богатом скоплении галактик — была к тому времени отождествлена с сильным радиисточником и под номером 295 внесена в третий Кембриджский каталог (3С). И вот в спектре галактики, вблизи длины волны 5450 Å Минковский обнаружил некоторое уярчение. По мнению Минковского, оно могло быть вызвано сильной эмиссионной линией однажды ионизованного кислорода с длиной волны 3727 Å. Следовательно, красное смещение радиогалактики 3С 295 $z = \frac{\lambda_{\text{набл}} - \lambda_0}{\lambda_0} = 0,46$.

Галактика оказалась самой удаленной из известных к тому времени объектов Вселенной. Ее абсолютная звездная величина — 23,5, что в 10 раз превышает оптическую светимость гигантских спиральных систем типа нашей Галактики или туманности Андромеды.

В 1971 году американский астроном Дж. Оук подтвердил результат Минковского. На 32-канальном фотоэлектрическом спектрометре, установленном в фокусе 5-метрового телескопа, он получил спектр радиогалактики 3С 295. Ее непрерывный спектр напоминает непрерывный спектр близких гигантских эллипсоидальных систем, если бы эти системы имели красное смещение 0,46, то есть находились бы на таком же расстоянии, что и 3С 295. Так было

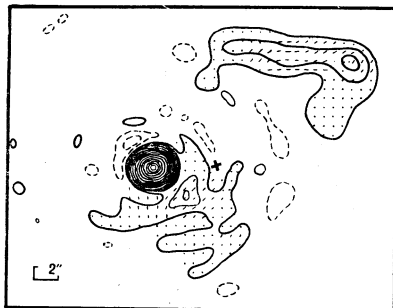


окончательно доказано, что 3С 295 — очень далекая сфероидальная звездная система.

Только квазары мы можем наблюдать на расстояниях, больших, чем 3С 295. Самые яркие квазары мы видим как объекты 19—21-й величины на расстояниях, соответствующих красному смещению до 3,5 (!). Такие расстояния свет преодолевает за время, сравнимое с возрастом Вселенной, и само уже понятие расстояния становится зависимым от выбираемой модели мира. Но квазары по своим свойствам похожи не на галактики, а на их активные ядра, хотя и превосходят последние мощностью излучения в тысячи и даже десятки тысяч раз. И если говорить о галактиках, то рекорд дальности 15 лет по праву принадлежал радиогалактике 3С 295. (Ее координаты: прямое восхождение $14^{\text{h}}09^{\text{m}}33^{\text{s}},5$; склонение $\delta = 52^{\circ}26'14''$.) Недавно этот рекорд был улучшен. И опять-таки при установлении рекорда дальности решающую роль сыграла радиоастрономия.

Астрономов давно интересует вопрос о том, какими характерными чертами в оптическом диапазоне обладают радиогалактики. Чтобы ответить на него, надо прежде всего надежно отождествить радиоисточники с оптическими объектами. Сильных радиоисточников известно около 200. Для многих из них английские и голландские радиоастрономы получили подробные радиокарты с разрешением до $2''$ на длине волны 6 см. С хорошей точностью были определены также и координаты местоположения максимума радиояркости этих радиоисточников. Все это позволяло надеяться на успех отождествления таких радиоисточников даже со слабыми оптическими галактиками.

Попытку отождествления и предприняли шотландский радиоастроном М. Лонгейр и американский спектроскопист Дж. Ганн. Специальная электронная аппаратура позволяла получать на 5-метровом теле-



скопе изображения объектов до 23,5 видимой звездной величины всего за 6 минут. Выбрав ночь в октябре 1972 года, когда изображения звезд не превосходили $0,5$, Лонгейр и Ганн сфотографировали 35 участков звездного неба вокруг нескольких ярких радиоисточников. Затем в течение полутора лет на ЭВМ велась кропотливая работа по совмещению с нужной точностью фотопластинок и координат радиоисточников. Около радиоисточника 3С 123 Лонгейр и Ганн обнаружили несколько слабых галактик, ярчайшая из которых (21^{m}) была расположена в $4''$ от оси, соединяющей оба компонента радиоисточника, и в $7''$ от яркого радиокомпонента. Координаты источника 3С 123: прямое восхождение $4^{\text{h}}33^{\text{m}}55^{\text{s}},5$, склонение $29^{\circ}34'10''$.

Радиокарта источника 3С 123 на длине волны 6 см. Карта с разрешением $2''$ получена кембриджскими радиоастрономами. Радиоисточник состоит из двух компонент: яркого компактного (слева) и слабого. Крестом отмечено положение оптической галактики 21-й величины, отождествленной с этим радиоисточником. Красное смещение галактики равно $0,637$ (!) — это самая далекая из известных звездных систем

Х. Спинрад на 3-метровом телескопе Ликской обсерватории (США), в фокусе которого была смонтирована специальная телевизионная аппаратура, получил спектр этой галактики. В нем Спинрад нашел линию излучения однажды ионизованного кислорода с длиной волны $3727 \text{ \AA}$ и линии поглощения однажды ионизованного кальция с длинами волн 3934 и $3969 \text{ \AA}$. Красное смещение галактики, определенное по этим линиям, оказалось в среднем $0,637$ (!). В рамках открытой модели Вселенной, расширяющейся с постоянной скоростью 50 км/сек на каждый мегапарсек, такое красное смещение соответствует расстоянию примерно 8 млрд. световых лет!

Надежных данных о яркости галактики 3С 123 и виде ее непрерывного спектра пока нет. Ее абсолютная яркость, по-видимому, несколько меньше, чем у 3С 295, около -23^{m} . Галактика 3С 123 — ярчайшая среди галактик компактного и очень далекого скопления.

В радиодиапазоне галактика 3С 123 — чрезвычайно мощный источник с поперечником около 250 кпс. Форма радиокомпонент у 3С 123 необычна: слабые протяженные области направлены в противоположные стороны от оси, соединяющей яркие компоненты. Не исключено, что это вызвано взаимодействием горячей замагниченной плазмы радиокомпонент с вращающимся веществом, расположенным на периферии этой гигантской сфероидальной галактики. Итак, 3С 123 — самая далекая звездная система, известная сегодня астрономам.

Кандидат физико-математических наук
Б. В. КОМБЕРГ



А. Д. БОЙКО (США)

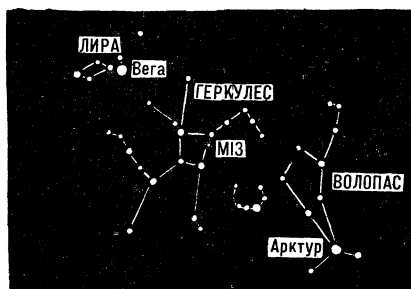
Внутри шарового звездного скопления

В ясную, безлунную весеннюю или летнюю ночь взгляните на небо: высоко над головой раскинулось громадное созвездие Геркулеса, как раз между Вегой и Арктуром. От соседства этих двух ярких звезд слабые звезды Геркулеса едва заметны. Среди них виднеется тусклое туманное пятнышко. Не такое, впрочем, маленькое, как кажется сначала, — это пятнышко достигает в поперечнике приблизительно половины лунного диска, но бледное сияние его центральной части постепенно сходит на нет к краям и незаметно переходит в темный фон окружающего неба.

По невзрачному виду этого тусклого объекта трудно догадаться о том феерическом зрелище, которое открывается при взгляде на него в телескоп. Вместо туманного пятнышка поле зрения телескопа заполняют мириады звезд; их здесь во много раз больше, чем на всем небе видно невооруженным глазом. Как будто вспыхнул фейерверк, рассыпался искрами и вдруг почему-то остановился, застыл и неподвижно повис в пространстве. Этот необычный рой звезд сгущается к центру, где они так тесно скучены, что между ними не остается темных промежутков, и центральная часть роя сливается в сплошную светящуюся массу. Это — **шаровое звездное скопление Мессье 13 (М 13)**.

В обоих полушариях неба известно больше ста шаровых звездных скоплений, но лишь несколько из них видны невооруженным глазом. Звезд в шаровом скоплении десятки и сотни тысяч, считая только звезды, доступные телескопу, а такими оказываются лишь гиганты и сверхгиганты, ко-

Автор пытается дать наглядную картину неба, видимого из центра шарового звездного скопления, — картину, которую человек никогда не увидит вблизи.



торые в 100 и 1000 раз больше нашего Солнца по диаметру. Звезды таких размеров, как Солнце, по всей вероятности, тоже имеются в шаровых скоплениях, но они недоступны даже сильнейшим телескопам.

Среди всевозможных диковинок неба богатое звездами шаровое скопление представляет собой нечто совершенно исключительное. И потому любопытно, как выглядит небо воображаемой планеты, расположенной близ центра одного из скоплений. Ни одному человеку, родившемуся на Земле, не суждено, как видно, когда-либо достигнуть одного из шаровых скоплений, ни даже приблизиться к нему сколько-нибудь заметно, так как даже ближайшие из них

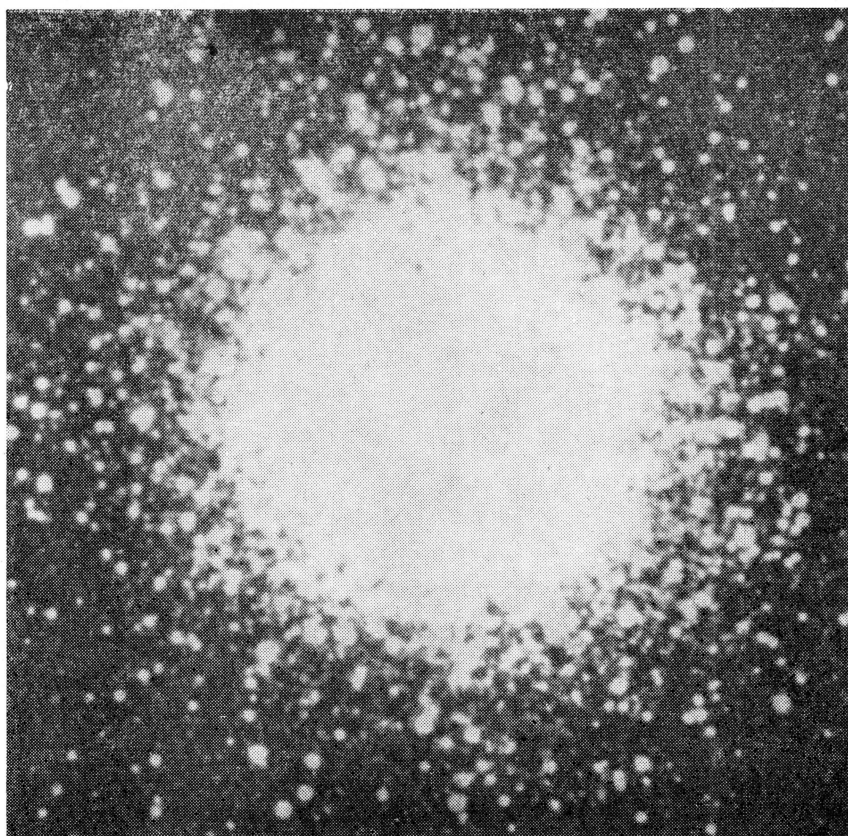
удалены от нас почти на 10 тыс. световых лет.

Луч света от шарового скопления несет с собой облик этого отдаленного мира. Он начал свой путь к Земле, еще населенной неолитическим человеком, но, достигнув, наконец, цели, когда потомки первобытного дикаря уже расщепляют атом, этот луч уже ничего не может сказать им о том, есть ли в его шаровом скоплении такие мелкие предметы, как здешнее Солнце. Нигде ближе 10 тыс. световых лет нет участка пространства, так густо усеянного звездами, как центральная часть шарового скопления, где они могут быть скучены в сотни раз плотнее, чем в окрестностях нашей Солнечной системы.

Раз этот мир недостижим, попытаемся издали воспроизвести вид неба планеты, подобной Земле, находящейся в центре шарового звездного скопления. Нам придется переосмотреть ряд представлений, предлагаемых некоторыми популяризаторами.

П. Мур в своей книге «Путеводитель по звездам» («A Guide to the Stars», 1960) рисует картину, во многих отношениях близкую к вероятной действительности: «Несомненно, это будет великолепное зрелище. Вместо нескольких ярко сверкающих звезд там их будет много тысяч. Вероятно, тридцать, по крайней мере, будут сиять ярче, чем Венера на нашем небе, и... одна или две будут соперничать с нашей Луной и вместо мерцающих точек обнаружат свои диски... Звезды будут давать гораздо больше света, чем наша полная Луна, и очень темных ночей не будет вовсе».

Созвездие Геркулеса и его окрестности



Совсем иначе изображает этот мир А. Кларк в своей книге «Проблема межпланетного корабля» («The Challenge of the Spaceship», 1959), посвященной будущему космонавтики. Он рисует «небо, которое, безусловно, должно быть самым необычайным из всех — это небо планеты близ центра одного из тех тесно скученных звездных скоплений, которые светятся в поле зрения телескопа, как рой светлячков вдали. Каким странным должно казаться небо, сплошь покрытое звездами, без темных промежутков между ними».

Реальна ли эта, часто повторяемая автором картина неба, сплошь покрытого звездами? Правда, в телескоп середина густого шарового скопления действительно представляется сплошной, без темных промежутков между звездами. В таком случае, эта **сложная сплошная поверхность** должна быть такой же ослепительно яркой, как поверхность Солн-

ца. Однако она сияет мягким светом. Почему?

Для наших глаз звезды — точки. Ни одна звезда не находится так близко от нас, чтобы можно было увидеть ее диск даже в сильнейший телескоп. Хотя изображение звезды в телескоп представляется глазу очень небольшим кружком, это не истинный диск звезды, а так называемый **дифракционный кружок**. Это — расплывшееся в тысячи раз и поэтому потерявшее в яркости изображение звезды; оно представлялось бы не имеющей видимых размеров яркой точкой, если бы было резко, нерасплывчато. Причина такого несовершенства изображения кроется в волновой природе света, порождающей явление дифракции.



Шаровое звездное скопление М 13, расположенное в созвездии Геркула

Иначе говоря, световой луч оказывается недостаточно тонким инструментом и, как тупо очиненный карандаш, не может верно воспроизвести такую микроскопическую точку, какой должно быть изображение звезды в масштабе.

На фотографии шарового скопления мы видим, конечно, те же дифракционные кружки, а не истинные диски звезд. На идеальной фотографии, не искаженной дифракцией, изображения звезд должны были бы быть мельче бактерий, едва различимы в микроскоп. Невооруженным глазом на такой фотографии мы увидели бы лишь сплошной черный фон. Но, увеличив ее до размера нескольких метров, мы увидели бы, что звезды шарового скопления не только не перекрывают друг друга, но расставлены очень редко и даже в центральной части разделены большими темными промежутками.

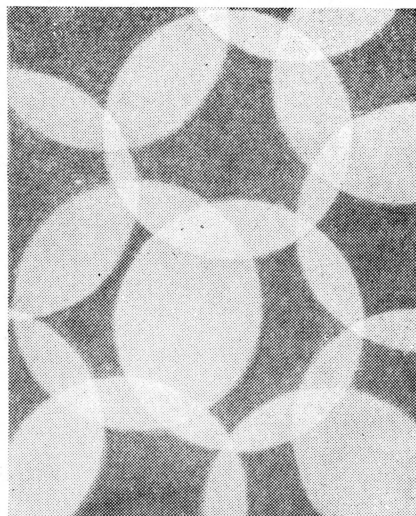
Если же увеличить обычную фотографию шарового скопления, то большие светлые кружки на ней нельзя считать **увеличенными** изображениями звезд: это — их **расплывшиеся** изображения, представляющиеся в виде правильных кружков совершенно независимо от действительной формы звезд. Перекрывающие друг друга расплывчатые изображения налагаются на темные участки пространства между звездами, и в результате получается световое пятно промежуточной яркости. Таким образом, низкая яркость сложной поверхности скопления доказывает, что ее изображение в действительности далеко не сплошное.

«А разве яркость не ослабляется с расстоянием?» — пожалуй, спросит

читатель. Яркость поверхности источника света измеряется силой света с единицы поверхности. Расстояние до наблюдателя не входит в формулу, следовательно, наблюдаемая яркость не зависит от расстояния*.

Это положение можно сделать более наглядным на примере. Пусть мы в межпланетном корабле удаляемся от Солнца. На расстоянии, в 2 раза большем, солнечные лучи создают освещенность в 4 раза слабее — обратно пропорционально квадрату расстояния. Видимый диаметр Солнца на удвоенном расстоянии уменьшается вдвое, а площадь солнечного диска — вчетверо, то есть также обратно пропорционально квадрату расстояния. Другими словами, освещенность остается пропорциональной видимому размеру солнечного диска. Следовательно, яркость солнечного диска не изменяется с расстоянием. Например, на Марсе Солнце светит приблизительно в $2\frac{1}{3}$ раза слабее, но яркость его уменьшенного диска та же, что и на Земле. А если учитывать различное поглощение света в атмосферах Земли и Марса,

* Ошибочное представление о том, что яркость ослабляется с расстоянием, возникло от смешения понятий, выражаемых научными терминами и словами обычной речи. То, что в обычной речи называют яркостью звезды, есть блеск звезды. Эта величина и зависит от расстояния до наблюдателя. Термин «яркость» приложим только к протяженным источникам света, которые представляются нам поверхностью, а не точкой. Белая стена не становится светлее или темнее, когда мы приближаемся или удаляемся. Этот факт и выражается утверждением, что яркость не зависит от расстояния до наблюдателя.



то нужно считаться с тем, что на Марсе Солнце ярче! Там потребуется немного более плотный фильтр при визуальных наблюдениях Солнца.

Таким образом, **яркость поверхности** не зависит от расстояния до наблюдателя. А отсюда следует, что вышеприведенное объяснение сохраняет силу: видимое сплошное изображение шарового скопления — иллюзия.

Однако мы до сих пор рассматривали вид скопления не изнутри, а извне, что, конечно, не одно и то же. Звезды на небе, видимом из центра шарового скопления, должны встречаться вдвое реже, чем при наблюдении его центральной части извне. Ведь в первом случае луч зрения следует по радиусу, во втором — по диаметру, пронизывая в 2 раза большую толщу скопления. Отсюда вытекает, что **отсутствие шаровых скоплений, поверхность которых имела бы ослепительную яркость солнечной поверхности, исключает возможность существования неба, сплошь покрытого звездами**, как описывает А. Кларк.

Но вообразим на минуту скопление такой плотности, что его небо сплошь заполнено звездными дисками. Такое скопление можно было бы наблюдать только извне, потому что

ни одна планета не могла бы существовать внутри него, не говоря уже о наблюдателе. Окруженная звездами планета, в сущности, оказалась бы в гигантской отражательной печи. При отсутствии в небе «отверстий», сквозь которые можно было бы терять тепло, излучая его в межзвездное пространство, планета должна была бы принять среднюю температуру окружающей среды и испариться.

П. Мур указывает также, что близ середины шарового скопления среднее расстояние между отдельными звездами гораздо меньше, чем в нашей части Галактики: «Действительные расстояния все еще очень велики, и столкновения должны быть чрезвычайно редки, но любая звезда почти наверное должна иметь не-

■ Так выглядела бы центральная часть шарового скопления на увеличенной идеальной фотографии, не искаженной дифракцией. В действительности изображения звезд должны быть еще мельче и различимы лишь в сильную луну

■ Увеличенная с обычной фотографии центральная часть того же шарового скопления, что и на предыдущем снимке. Большие светлые кружки, частично перекрывающие друг друга, — расплывшиеся дифракционные изображения звезд



сколько соседей в пределах двух-трех световых лет». Другой писатель, Дж. Стокли в своей книге «От атомов до галактик» («Atoms to Galaxies», 1961) пишет: «Звезды могут быть сконцентрированы приблизительно в 1500 раз плотнее, чем вблизи Солнца, и среднее расстояние между ними может составлять лишь небольшую долю светового года.» Но Б. Бова, автор книги «Галактика Млечный Путь» («The Milky Way Galaxy», 1961), утверждает, что в некоторых скоплениях звезды могут быть так близко друг от друга, как планеты нашей Солнечной системы. А. Кларк в «Исследовании космического пространства» («The Exploration of Space», 1959) говорит, что «расстояния между отдельными солнцами должны измеряться световыми часами вместо световых лет, нормально разделяющих звезды».

Простой расчет даст нам более верное представление об этих соотношениях. Прежде всего, уж если ставить рядом шаровое звездное скопление и Солнечную систему, то нужно ясно представлять себе их сравнительные масштабы. Здесь мы будем иметь дело с такими мерами расстояний:

астрономическая единица =
= 149 600 000 км;

световой год = 63 274 астрономических единиц;

парсек = 3,26 светового года.

Диаметр Солнечной системы составляет около 100 астрономических единиц, или 0,0016 светового года, или около 14 «световых часов». Диаметр шарового звездного скопления может быть от 50 до 300 световых лет, то есть почти в 100 тыс. раз боль-

ше диаметра Солнечной системы. Москва во столько же раз больше футбольного мяча по диаметру.

Теперь оценим плотность распределения звезд в пространстве. Если считать, что в окрестностях Солнца одна звезда приходится, приблизительно, на 10 кубических парсеков, то среднее расстояние между звездами составит $\sqrt[3]{10} = 2,15$ парсека, или 7 световых лет. Таким же образом находим, что в шаровом скоплении, где, согласно Стокли, плотность звезд в 1500 раз больше и одна звезда содержится в 0,0067 кубического парсека, среднее расстояние между звездами равно 0,6 светового года (а не «небольшой доле светового года», как полагает Стокли, вопреки предложенной им же звездной плотности).

Обратно: какова приблизительно плотность в центре предполагаемого скопления, где расстояния между звездами измеряются, согласно Кларку, «световыми часами», а не световыми годами? Вместо 7 световых лет берем 7 «световых часов». Расстояния между звездами теперь уменьшатся в $24 \times 365 = 8760$ раз. Соответствующая плотность возрастет пропорционально кубу этого числа, что даст около 67 млрд. звезд в кубическом парсеке!

Но даже этого чудовищного числа недостаточно, чтобы заполнить звездное скопление так плотно, как наша Солнечная система заполнена планетами, по Бова. Берем в расчет только девять главных планет. Они занимают сферу, в которой как раз помещаются их орбиты, то есть около 100 астрономических единиц в диа-

метре. В масштабе звездных расстояний — это небольшой объем, всего лишь $6 \cdot 10^{-11}$ кубического парсека. Отсюда находим, что наша Солнечная система, состоящая из девяти планет, имеет плотность около 150 млрд. планет в кубическом парсеке. Чтобы так плотно заполнить пространство звездами, потребовалось бы 1,5 триллиона их для объема пространства, приходящегося на одну звезду в окрестностях Солнца.

Очевидно, ни один из упомянутых авторов не имел в виду таких громадных чисел, а скорее, — число порядка 1500, предложенное Стокли. В таком случае, какова же должна быть истинная картина неба, видимого с планеты внутри реального звездного скопления? Независимо от того, существует ли какая-либо земля под этим небом, этот вопрос стоит перед испытующим умом человека и требует ответа.

ВИДИМЫЕ РАЗМЕРЫ ЗВЕЗД

Звезды, наблюдаемые откуда-либо изнутри скопления, все-таки не обнаруживали бы дисков. Они оставались бы все теми же знакомыми нам светящимися точками, за исключением одной или двух ближайших звезд или сверхгигантов, в 1000 раз превосходящих Солнце по диаметру. На расстоянии 0,6 светового года даже сверхгигант имел бы угловой диаметр меньше одной минуты дуги, оставаясь, таким образом, за пределом нормальной разрешающей способности невооруженного глаза.

БЛЕСК ЗВЕЗД

Нам трудно представить себе поразительно яркий видимый блеск этих



звезд, так как на нашем небе нет точечных источников света подобного блеска. Например, на расстоянии 0,6 светового года гигант, светимость которого в 100 раз больше, чем Солнца, был бы ослепительно яркой звездой — 9 величины, то есть почти в 100 раз ярче Венеры в максимуме ее блеска. Сверхгигант, в 1000 раз превосходящий светимостью Солнце, на том же расстоянии 0,6 светового года имел бы звездную величину — 11,5, то есть почти половину блеска полной Луны, притом всю собранную в светящуюся точку!

Интервал от —11,5 до +6 охватывает 17,5 звездных величин, из чего, как будто, следует, что объекты ночного неба, видимые невооруженным глазом, должны различаться по своему блеску в пределах отношения 10 млн. к единице. Однако действительная картина, представившаяся глазу, была бы совершенно иной.

НОЧЬ ИЛИ ДЕНЬ?

Можно ли говорить о ночном небе, когда общий свет звезд в центре шарового скопления, например 47 Тукана, может равняться свету нескольких сот наших полных лун? Ночное небо было бы таким же светлым, как наше небо через несколько минут после захода Солнца, если допустить атмосферу, подобную земной. Звезды тех видимых величин, которые обычны на нашем небе, почти все исчезли бы на светлом фоне неба планеты, даже Сириус — самая яркая звезда всего земного неба — едва ли был бы различим невооруженным глазом. Весь интервал величин звезд, видимых с планеты, был бы, вероят-

но, несколько меньше десяти — и все же, какое неопишемое великолепие, да еще на фоне светло-голубого неба!

Не следует думать, что смены дня и ночи совсем не было бы. При солнце, подобном нашему по блеску, дневное освещение превосходило бы ночное приблизительно в 1000 раз, соответственно освещению у нас в середине дня и в светлые сумерки.

«ПЛОТНОСТЬ» ЗВЕЗДНОГО НЕБА

В одном полушарии нашего неба видно невооруженным глазом около 2500 звезд. Из центра богатого звездами шарового скопления может быть видно в 100 раз больше (порядка 250 000) звезд. Разделив это число на число квадратных градусов в полушарии (около 20 600), мы получим 12 звезд, видимых невооруженным глазом в одном квадратном градусе неба шарового скопления. Отсюда находим, что среднее угловое расстояние между соседними звездами составляет около 0,3 градуса (0,6 диаметра диска Луны).

Таким образом, мы еще раз убедились, что небо шарового скопления в действительности далеко не переполнено звездами. Вдобавок эти звезды, за редким исключением, представляются лишь светящимися точками.

ТО, ЧЕГО НЕЛЬЗЯ УВИДЕТЬ

Таково это звездное небо, недостижимое и потому доступное только умственному взору человека. Вернемся теперь к виду самого скопления с Земли. Его фотографический «портрет» очень обманчив, поскольку световой луч в роли художника несовер-

шенен. Как же получить верное изображение шарового скопления?

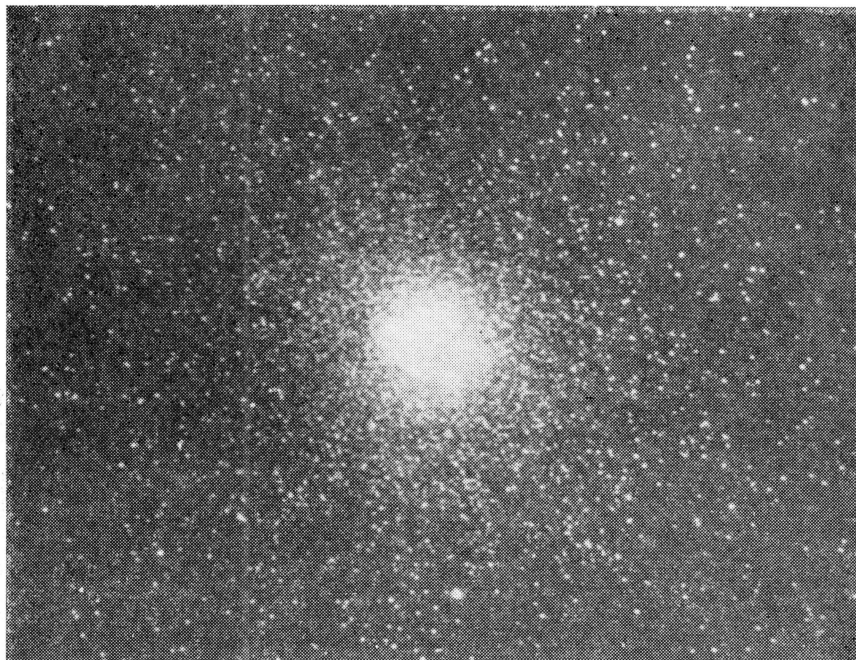
Если бы не было дифракции света и мы могли бы построить телескоп с объективом «абсолютной разрешающей силы» и получить с его помощью абсолютно резкое изображение на пленке с фантастически высокой разрешающей способностью, то на такой фотографии мы увидели бы действительные изображения звезд. Эти изображения были бы едва различимы в микроскоп. Наша идеальная фотография шарового скопления представила бы сплошной черный фон без различных деталей. Но будучи **совершенной** фотографией, она содержала бы сотни тысяч субмикроскопических изображений звезд. Очевидно, затем нам нужно было бы увеличить ее. Предположим, мы хотим, чтобы диски звезд (их истинные диски!) имели бы на фотографии около 0,5 мм в диаметре. Если размер нашего снимка, скажем, 15×15 см, то мы должны увеличить его в 4500 раз до размера 675×675 м. Парк таких размеров составил бы гордость любого города.

Такая фотография представила бы диски звезд в том же масштабе, что и изображение скопления в целом, но, к сожалению, мы в непосредственной близости не могли бы увидеть целиком изображение, покрывающее столь большую площадь. Только с птичьего полета можно было бы рассматривать эту фотографию, с высоты в несколько сот метров. Но с такого расстояния мы уже не увидели бы отдельных звезд размером в 0,5 мм, и скопление опять исчезло бы из виду, оставив взору только сплошной черный фон.

Как мы ни подходим к этой проблеме, у нас получается сплошная чернота, а вовсе не «небо, сплошь покрытое звездами». Мы в порочном круге, когда пытаемся увидеть в одно и то же время и изображения отдельных звезд и все шаровое скопление. Это невозможно, и вот почему. Диаметр шарового скопления в сотни тысяч раз больше диаметра отдельной звезды, а угол поля зрения обих глаз (200 градусов) лишь в 12 тыс. раз больше угла наименьшей различимой детали (1 минута). Поэтому, если диски звезд различимы, то все скопление не поместится в поле зрения глаз, а если оно поместится, то диски звезд будут неразличимы. Иными словами, в шаровом скоплении так мало вещества и оно в таком раздробленном состоянии, что его нельзя увидеть как целое!

Столь парадоксальный вывод показывает, что не только кометы — классическое «видимое ничто», но и вообще Вселенная, даже в таких плотных своих областях, как шаровое скопление, состоит главным образом из пустого пространства, сколь ни странно это звучит.

Полученный результат означает, что невозможно увидеть истинное изображение шарового скопления не только на фотографии, но и в натуре, то есть допустив невозможное: что мы могли бы приблизиться к нему. По мере приближения к шаровому скоплению мы наблюдали бы, что оно увеличивается в своих видимых размерах и число видимых глазу звезд возрастает. Наилучшая картина представилась бы, когда до скопления осталась бы небольшая доля всего пути и оно заняло бы около поло-



вины неба. Но и теперь звезды его оставались бы не имеющими видимых размеров точками. В конце концов скопление заполнило бы собой все небо и, таким образом, исчезло бы из виду как отдельный объект. Мы могли бы пройти насквозь этот мир, где звездное небо в 100 раз гуще, чем у нас, где нет мрака ночи, но мы также увидели бы, что составляющие его звезды как бы расступаются перед нами, уходят в стороны от нашего пути, оставаясь теми же недосыгаемыми точечными огоньками в беспредельной дали.

«КАРМАННАЯ» МОДЕЛЬ ВСЕЛЕННОЙ

В начале этой статьи утверждается, что шаровые звездные скопления навсегда останутся недостижимыми для человека. Читатель может составить себе свое собственное суждение на этот счет, бросив взгляд на нижеследующую аналогию.



Одно из ярчайших шаровых звездных скоплений южного неба — 47 Тукана

Представим себе некий вид субмикробов, мелких, как молекулы, — да не вздумает читатель протестовать, что таких быть не может! Они живут на маковом зернышке, которое они называют «Землей», и недавно покорили табачное зернышко — «Луну», преодолев трудности пути в 40 мм. Кроме того, они пускают какие-то субмикроскопические пылинки — «автоматические станции» — на несколько метров в пространство, в окрестности других зернышек — «Венеры» и «Марса».

С помощью сильных телескопов обитатели макового зернышка исследуют отдаленные объекты, которые они называют «звездами», находящиеся не ближе 4000 км, а также «шаровые звездные скопления», находящиеся не ближе 10 млн. км.

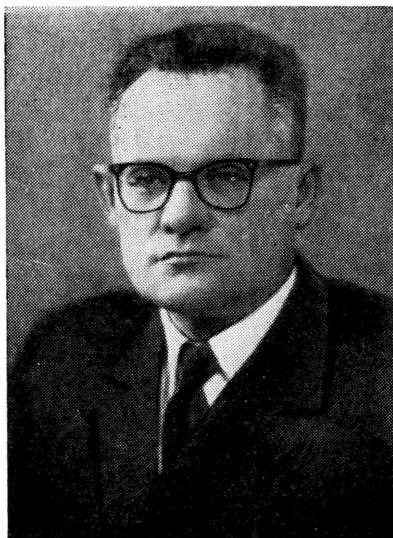
Так как последняя цифра нашего «карманного» мира субмикробов неожиданно уводит нас уже в межпланетное пространство на четвертую часть расстояния до настоящей Венеры, приходится признать, что наша портативная модель все-таки становится несколько громоздкой. Невозможно изобразить в одном и том же масштабе и человека и расстояние до шарового звездного скопления.



Памяти Глеба Александровича Чеботарева

После продолжительной болезни 4 августа 1975 года скончался видный советский астроном, крупный специалист в области небесной механики, директор Института теоретической астрономии АН СССР, доктор физико-математических наук, профессор Глеб Александрович Чеботарев. Его кончина — тяжелая утрата для астрономической науки нашей страны.

Г. А. Чеботарев родился в 1913 году в Ленинграде. В 1937 году он окончил математико-механический факультет Ленинградского университета по специальности астрономия и поступил в аспирантуру. Его научным руководителем был известный советский астроном член-корреспондент АН СССР М. Ф. Субботин. В 1940 году Глеб Александрович защитил кандидатскую диссертацию на тему «Движение перигелия Меркурия как одна из эмпирических проверок выводов теории относительности». В диссертации на основе большого наблюдательного материала было получено новое эмпирическое значение релятивистского движения перигелия Меркурия, совпадавшее в пределах ошибок с теоретически предсказанным. После защиты диссертации Г. А. Чеботарев некоторое время преподавал в Томском университете, а в 1943 году перешел на работу в Институт теоретической астрономии АН СССР. В 1951 году он защитил докторскую диссертацию на тему «Применение периодических орбит к изучению движения малых планет». Диссертация подытожила его исследования, связанные с движением малых планет в условиях резонанса. Сразу после защиты Г. А. Чеботарев был назначен директором Библиоте-



ки Академии наук СССР. В 1960 году он перешел в Институт теоретической астрономии, где сначала работал заведующим отделом, а с 1964 года — директором института.

Широкие знания в области астрономии и умение видеть пути развития науки позволяли Глебу Александровичу ставить и решать наиболее актуальные задачи. В своих исследованиях он всегда уделял большое внимание астрономическим приложениям полученных результатов. Поэтому его работы вызывали неизменный интерес и часто стимулировали другие исследования.

Научная деятельность Г. А. Чеботарева связана в основном с изучением движения малых тел Солнеч-

ной системы — астероидов, комет, спутников. Уже краткая характеристика основных научных результатов дает представление о значительности его вклада в науку.

В 1950—1951 годах Глеб Александрович публикует серию работ, в которых развивает новую теорию движения характеристических малых планет, удовлетворяющих условию соизмеримости средних движений со средним движением Юпитера. В этой теории в качестве первого приближения берутся не кеплеровы элементы, как это делается в классической небесной механике, а периодические решения задачи трех тел. Удачный выбор первого приближения, учитывающего основные возмущения от притяжения Юпитера, позволил ему создать эффективную теорию движения характеристических планет, обеспечивающую точность, более высокую, чем теории, существовавшие ранее. Г. А. Чеботарев успешно применил свою теорию для описания движения малых планет типа Гильды и Гести.

Для теории периодических решений, развитой А. Пуанкаре, существенны два условия: периодичность и симметричность траектории. Если требование периодичности не выдвигается, то получается более широкий класс симметрических решений, в числе которых могут быть и непериодические. На возможность такого обобщения обратил внимание Г. А. Чеботарев. В 1957 году он опубликовал работу, в которой дал первый пример такой непериодической симметрической траектории в задаче трех тел. Подчеркивая практическое значение этого результата, Глеб Алек-

■
Г. А. Чеботарев (1913—1975)

сандрович привел расчет траектории облета Луны ракетой, стартующей с Земли и возвращающейся к Земле по симметричной ветви траектории без затраты горючего в пути. Он указал также на возможность использования подобных траекторий для фотографирования обратной стороны Луны и доставки снимков на Землю. Эта работа Г. А. Чеботарева широко известна как в научной, так и в популярной литературе, а рассмотренный им случай движения получил название «космический бумеранг». Позднее другие ученые разработали полную теорию симметричных решений.

В 1962—1965 годах Глеб Александрович разработал новую теорию движения искусственных спутников Земли, удобную для применения в случае малых или нулевых эксцентриситетов. Эта теория устраняла погрешности, которые возникали при использовании более ранних теорий, не приспособленных для почти круговых орбит. Он также предложил методику улучшения почти круговых орбит искусственных спутников Земли по оптическим наблюдениям. Формулами Г. А. Чеботарева пользовались в течение ряда лет в Институте теоретической астрономии при обработке наблюдений искусственных спутников Земли с почти круговыми орбитами.

С 1943 года и до конца жизни Глеб Александрович интенсивно изучал особенности движения малых тел Солнечной системы. Обратив внимание на возможности, которые представлялись численными методами, Г. А. Чеботарев одним из первых начал систематические численные исследования особенностей движения

небесных тел. Позднее, когда появились ЭВМ, это направление исследований получило широкое развитие во всем мире.

В 1958—1975 годах Г. А. Чеботарев выполнил серию работ, посвященных изучению эволюции орбит астероидов. В частности, он проверил гипотезу Рабе о том, что современное строение кольца астероидов — результат векового уменьшения массы Юпитера. В последние годы Глеб Александрович исследовал особенности распределения малых планет в кольце астероидов и обнаружил ряд новых закономерностей. Очень важным элементом исследований была проверка устойчивости как новых, так и известных ранее закономерностей по отношению к возмущениям и выявление тех из них, которые со временем теряют силу. Результаты этой серии работ вошли в коллективную монографию «Малые планеты», увидевшую свет в 1973 году. Изучая эволюцию орбит комет в облаке Оорта под действием притяжения ядра Галактики и ближайших звезд, Г. А. Чеботарев в 1971 году определил границы области, внутри которой кометы могут еще считаться принадлежащими Солнечной системе. Так впервые теоретически были установлены границы нашей планетной системы.

В 1961—1968 годах Глеб Александрович исследовал эволюцию орбит спутников больших планет в рамках задачи трех тел и обнаружил, что спутники с обратным движением могут дольше существовать на далеких расстояниях от планеты, чем с прямым. Значит, можно говорить о большей устойчивости обратных движений. Этот важный для космогонии

факт по-новому раскрывает проблему далеких обратных спутников больших планет.

В 1965 году вышла из печати монография Г. А. Чеботарева «Аналитические и численные методы небесной механики», которая позднее была переведена на английский язык и издана в США.

Хорошо известен Глеб Александрович как историк и популяризатор астрономии. В общей сложности он написал свыше 70 научных работ и много популярных статей.

Научные заслуги Г. А. Чеботарева получили широкое признание. С 1952 года он был членом Международного астрономического союза (МАС), а в 1967—1970 годах — председателем Комиссии № 20 МАС по малым планетам и кометам. В 1958 году Йенский университет (ГДР) присудил ему почетную степень доктора философии. С 1971 года Г. А. Чеботарев возглавлял рабочую группу по малым телам Солнечной системы при Астрокомитете и координировал работу по этой тематике в нашей стране. Последние годы он был также вице-президентом Общества СССР — Японии.

За самоотверженный труд, научно-организационную и общественную деятельность Г. А. Чеботарев был награжден орденами Трудового Красного Знамени и Знак Почета.

Светлый образ Глеба Александровича Чеботарева — большого ученого, скромного и простого человека навсегда останется в сердцах всех, знавших его.

Группа товарищей

Кандидат физико-математических наук
А. И. ЕРЕМЕЕВА

Гавриил Адрианович Тихов

(к 100-летию со дня рождения)

Гавриил Адрианович Тихов, с именем которого связывают появление в науке нового термина «астробиология», родился 1 мая 1875 года в местечке Смолевичи под Минском, в семье железнодорожного служащего.

Среди многообразных увлечений Г. А. Тихова уже в юношеские годы проявился его глубокий интерес к астрономии и почти одновременно к ботанике. Специальностью его стала астрофизика. В Московском университете (1893—1897 гг.) он учился у В. К. Цераского. Тогда же началась его переписка с А. А. Белопольским, влияние которого определило темы первых работ Г. А. Тихова. Третьим своим учителем Гавриил Адрианович считал П. Жансена. У него Г. А. Тихов работал на Медонской обсерватории под Парижем и на высокогорной солнечной станции на Монблане (1898—1900 гг.).

Пионеры астрофизики в России Ф. А. Бредихин, А. А. Белопольский и В. К. Цераский приспособляли для новых фотографических и спектрографических исследований имевшиеся визуальные телескопы, конструировали новые приборы, разрабатывали астрофизические методы. Эту школу прошел и Г. А. Тихов. Ему принадлежат оригинальные и простые методы наблюдения, конструкции ряда фотометрических приборов. Наиболее известен его сапфирный цианометр (1914 г.) для точного определения цвета неба, которое оказалось вовсе не голубым или синим, а цвета драгоценного камня сапфира.

Большая часть долгой, более чем шестидесятилетней научной жизни Г. А. Тихова была связана с Пулковской обсерваторией (1906—1941 гг.).



Он начал с измерения лучевых скоростей спектрально-двойных звезд, пытаясь выяснить, зависит ли скорость света в космическом пространстве от длины волны. И хотя решить эту старую проблему до сих пор не удалось, наблюдения Г. А. Тихова (и одновременно Ш. Нордмана) привели в 1908 году к важному открытию, отмеченному премией Парижской академии наук: коротковолновое излучение от системы тесных двойных звезд запаздывает по сравнению с длинноволновым (явление Тихова — Нордмана).

Одним из первых Г. А. Тихов использовал метод упрощенной спектрофотометрии, фотографируя небесные объекты сквозь стеклянные окрашенные фильтры. Это давало массовый, хотя и менее точный наблюдательный материал, весьма ценный на первых порах развития астрофизики.

Г. А. Тихов ввел метод светофильтров при наблюдении Марса во вре-

мя великого противостояния 1909 года. Этим же способом он определил цвета и цветовые температуры 252 звезд группы Плеяд, сравнивая их яркость в пяти участках спектра. Результаты стали основой его магистерской диссертации (1912 г.), в которой он сделал обобщающие выводы о характере рассеяния света в межзвездном пространстве, о селективном (более сильном в ультрафиолете) поглощении света в нем, подтвердил соответствие распределения энергии в звездах классов А—G планковской кривой.

Светофильтры позволили Г. А. Тихову открыть внутреннюю, бесструктурную «шаровую» компоненту солнечной короны. С их помощью в 1909—1924 годах он провел сравнительное исследование цвета Сатурна с кольцами и показал, что составляющие их тела, в отличие от планеты, лишены атмосферы. Он изучал цвет Урана, Нептуна, Луны и по ее пепельному свету впервые определил истинный, голубоватый цвет Земли как планеты (до тех пор ее представляли зеленой). Итоги своих многолетних астрофотометрических исследований Гавриил Адрианович подвел в монографии «Основы визуальной и фотографической фотометрии» (1950 г.).

В Пулковке Г. А. Тихов работал обычно на небольшом, но светосильном бредихинском астрографе-рефракторе. Остроумно используя заметную хроматическую aberrацию объектива этого инструмента, он предложил в 1915 году метод «продольного спектрографа». Внефокальные изображения звезд разного цвета и, следовательно, разной температуры на пластинке существенно различались, что

Гавриил Адрианович Тихов (1875—1960)



позволило Г. А. Тихову составить новый обширный каталог цветовых температур звезд (1951 г.).

О научном энтузиазме и многогранности Гавриила Адриановича говорит его интерес к метеорной астрономии и метеоритике. 14 ноября 1899 года в Медоне он принял участие в наблюдении с воздушного шара на высоте 200 м метеорного потока Леонид. В 1907 году Г. А. Тихов определил астрономические характеристики каменного метеорита Томаковка (падение 17 января 1905 года).

К 1927 году, когда Г. А. Тихова избрали в члены-корреспонденты Академии наук СССР, он был автором около ста научных публикаций, нескольких изобретений и организовал не менее десяти научных экспедиций для наблюдения солнечных затмений, зодиакального света, свойств земной атмосферы. Большое место в жизни ученого занимала педагогическая деятельность.

С 1941 года Гавриил Адрианович жил и работал в Алма-Ате. В первый год войны сюда эвакуировали часть оборудования Пулковской обсерватории, в том числе бредихинский астрограф. В 1946 году Г. А. Тихов был избран в действительные члены Академии наук Казахской ССР. Этот последний период своей деятельности Гавриил Адрианович посвятил проблеме обнаружения жизни вне Земли.

Открытие во второй половине XIX века спектрального анализа и новых астрофизических методов в астрономии позволило приступить к изучению физических условий на небесных телах. Появилась более серьезная основа для интерпретации наблюдаемых на их поверхности изменений с

точки зрения возможности жизни на этих телах. Существенной опорой при таких интерпретациях стали достижения биологии в конце прошлого — начале нынешнего века. Особенно важным было выяснение роли хлорофилла в процессе фотосинтеза и уточнение спектральных свойств хлорофилла (К. А. Тимирязев).

Прежде всего ученые поняли, что искать проявления жизненных процессов можно лишь на планетоподобных телах. Среди наблюдаемых планет наиболее перспективными казались Марс и Венера. Поверхность Венеры, однако, была недоступна для оптических телескопов из-за плотной облачной атмосферы планеты. На поверхности Марса, напротив, издавна были замечены не только изменчивость многочисленных деталей, но и сезонность их изменения: уменьшение светлой полярной шапки марсианским летом, смена окраски более темных областей — «морей». На этом основании французский ученый Э. Лизе в 1860 году впервые предположил, что «моря» представляют собой участки, покрытые растительностью.

В 1877 году итальянский астроном Дж. Скиапарелли открыл на Марсе загадочную геометрически правильную сеть тонких линий, которые назвал «каналами». Энтузиастом и продолжателем этих наблюдений стал американский астроном П. Ловелл. Он не только обнаружил к 1909 году сотни новых «каналов» (впрочем, видимость их вызывала горячие споры), но и утверждал, что они являются результатом инженерной деятельности разумных существ. Проблема жизни на Марсе на долгие годы сделалась объектом научных исследований,

не говоря уже о том, что она захватила умы широкого круга людей, далеких от науки. Особенно пристально следили за Марсом во время великого противостояния 1909 года.

Г. А. Тихов получил в это время около 1000 фотографий планеты на 30-дюймовом рефракторе Пулковской обсерватории сквозь различные светофильтры. Он отметил зеленоватый цвет полярных шапок и, сравнив его с цветом земного льда и снега, сделал вывод о ледяном составе шапок и, следовательно, о присутствии воды на Марсе. Обнаружив резкое различие цвета отдельных деталей на поверхности планеты при наблюдении сквозь разные светофильтры (эффекты Тихова) и сходство цвета «морей» и «каналов», Гавриил Адрианович также пришел к заключению, что на Марсе есть растительность, причем не только в «морях», но и «каналах».

В годы первой мировой войны Г. А. Тихову пришлось заняться разработкой спектральных методов воздушной разведки. В результате он создал смежную с гео- и астрофизикой область знания, изучающую оптические особенности различных покровов на Земле. Исследования Г. А. Тихова в этой области, а затем его учеников В. В. Шаронова и Е. Л. Кринова сыграли существенную роль в формировании нового, астробиологического направления в изучении планет, прежде всего Марса.

Пытаясь научно обосновать первые общие догадки о существовании растительной жизни в марсианских «морях», исследователи столкнулись с явлениями, казалось бы совершенно противоречившими этой гипотезе. Ни-



кому, в том числе и Г. А. Тихову, несмотря на неоднократные попытки (в 1909 году и в 20-е годы) не удалось обнаружить в красной части спектра «морей» характерных для земных растений полос поглощения хлорофилла (что и определяет зеленый цвет земной растительности). Позднее, в 1939 году, В. В. Шаронов показал, что в «морях» отсутствует и вторая существенная для земных растений закономерность — повышенное рассеяние тепловых инфракрасных лучей (эффект Вуда). Вдобавок точные наблюдения убеждали, что марсианской весной, когда от полярных шапок Марса к экватору распространяется «волна потемнения», в чем можно было усматривать признаки пробуждения природы, «морья» приобретают оттенки синего, стального, но никак не зеленого цвета. По этим и другим причинам (сильно разреженная атмосфера планеты, крайняя сухость климата, резкие суточные перепады температуры, незащищенность от губительного ультрафиолетового излучения Солнца) многие ученые отвергли возможность жизни и растительности на Марсе.

Однако Г. А. Тихов продолжал верить в нее. Он пропагандировал эту идею в своих выступлениях, рассказывая в то же время о главных препятствиях на пути ее доказательства. После одного из таких докладов, сделанного им в 1945 году в Институте астрономии и физики Казахского филиала Академии наук СССР, где работал Г. А. Тихов, сотрудница того же института, агрометеоролог по специальности, А. П. Кутырева высказала замечательную и простую мысль, которая по существу определила наибо-

лее плодотворный этап исследований Г. А. Тихова в новой области знания, названной им в конце 1945 года астроботаникой. Не может ли отсутствие в спектре «морей» Марса избыточного отражения тепловых лучей объясняться более экономным расходованием энергии растениями в суровых условиях?

Сравнив спектральные свойства хвойных и лиственных покровов на Земле, Гавриил Адрианович убедился в справедливости идеи А. П. Кутыревой для земной растительности и организовал широкие всесторонние исследования спектральных свойств растений в зависимости от климатических и других факторов. Он допустил, что трудности в объяснении цвета «морей» Марса с точки зрения «растительной» гипотезы вызваны тем, что мы еще недостаточно знаем спектральные свойства самих растений и возможности их приспособляемости к различным условиям. С 1947 года эти исследования проводились в созданном по инициативе Г. А. Тихова специальном Секторе астроботаники при Президиуме Академии наук КазССР. Многочисленные экспедиции в суровые высокогорные и приполярные районы нашей страны (Тянь-Шань, Памир, Якутию и др.), исследования в разные времена года показали, что растения в этих районах, а также при переходе от лета к зиме и в пору весеннего обновления природы действительно резко уменьшают рассеяние тепловых лучей. Более того, в суровых условиях растение не только меньше отражает, но и больше поглощает энергии. Характерные полосы поглощения хлорофилла расширяются чуть ли не на весь видимый

участок спектра, сливаясь в обширную и потому менее заметную область поглощения. Возникающий при этом серо-синеватый, иногда фиолетовый оттенок у высокогорных растений удивительно напоминал цвет «морей» Марса. Казалось, была найдена научная основа для их объяснения, на которой Г. А. Тихов и построил свою геоморфную концепцию существования на Марсе земноподобных, вплоть до высших форм, арктических (низкорослых) растений. Она получила широкую известность в 50-е годы и увлекла даже видных ученых у нас (Н. П. Барабашов) и за рубежом (Д. Бернал и Дж. Койпер, правда последний допускал лишь примитивные формы растений типа лишайников).

К сожалению, Г. А. Тихов, видимо, принял возможное за действительное, а далеко не всегда надежные выводы на основе аналогии — за неоспоримое доказательство. Нетерпеливое стремление отыскать признаки жизни на других планетах приводили порой к тому, что, сравнивая спектры «морей» Марса и земных растительных покровов, Г. А. Тихов усматривал сходство даже там, где его по сути не было. Эта чрезмерная увлеченность не позволила ему правильно воспринять критику своей геоморфной гипотезы со стороны ряда советских ученых (В. Г. Фесенков, О. В. Троицкая, Н. Н. Сытинская). В запале спора он впадал в распространенную ошибку: иногда использовал в качестве аргумента вывод материалистической философии о распространенности жизни в Космосе как закономерной стадии развития материи, забывая, что это утверждение — лишь общий принцип и не может решать



проблему в случае конкретной планеты. Такое направление работ не имело перспективы. Для плодотворного развития новой зарождавшейся области знания не хватало научной информации и эффективных методов. С кончиной Г. А. Тихова (25 января 1960 года) специальные астроботанические исследования в Алма-Ате прекратились, а Сектор астроботаники стал частью Ботанического института.

Начавшееся в 60-х годах изучение планет космическими аппаратами принесло новые более точные сведения о Марсе. До сих пор вообще не удалось обнаружить на этой планете каких-либо признаков жизни. Сезонные изменения большинства его деталей, в том числе и «волна потемнения», в настоящее время находят, скорее, метеорологическое объяснение как результат действия устойчивых сезонных ветров, перераспределения по поверхности планеты распыленного вещества и облажения пород различной степени темноты. Вместе с тем подтверждается ранний вывод Г. А. Тихова о значительных запасах замерзшей воды, по крайней мере в полярных шапках Марса. В целом современные исследования Марса, уточняющие наши знания о его рельефе, составе и плотности атмосферы, о температурах на поверхности, внутреннем строении и состоянии планеты, показывают, что Марс, возможно, переживает очередной ледниковый период, охватывающий сотни тысяч лет. И если на нем существовали благоприятные условия для земноподобных форм жизни, то лишь в отдаленные времена. До наших дней сохранились извилистые русла, возможно, от вымерзших потоков жидкой воды.

Громадные, пересыпанные пылью и вулканическим пеплом нестайвающие ледники и полярные шапки прикрыты тонким слоем замерзшей углекислоты, быстрое «стаивание» — испарение которой и вызывает наблюдаемые сейчас сезонные изменения этих областей. О возможном существовании подпочвенной воды в виде вечной мерзлоты говорит своеобразный, похожий на «карстовый», резко пересеченный рельеф отдельных областей. По-видимому, знаменитые «каналы» не что иное, как грандиозные километровой глубины трещины, свидетельствующие о подвижности коры Марса. Крайняя сухость климата и малая эрозионная эффективность метеорологических явлений на Марсе подтверждаются устойчивостью густой сети метеоритных и вулканических кратеров, покрывающих поверхность планеты (почему-то сосредоточенных в южном полушарии). Все это далеко от картины, рисовавшейся в геоморфной гипотезе Г. А. Тихова.

Не говорит ли это о полном крахе многолетних исследований основателя астроботаники, да и родилась ли эта область знания как наука об астрономических методах обнаружения жизни на других планетах? Окружающая природа еще раз показала свою неприступность для прямого штурма, а проблема жизни на космических телах — свою сложность. Не очень ясно еще, что можно назвать астробиологией. Изучение ли это биологических процессов в Космосе оптическими и другими астрономическими методами, либо непосредственное изучение биологических процессов, их особенностей в неземных, космических (или приближенных к ним) условиях? Мож-

но спорить обо всем этом, но ясно одно. Как бы далеко ни пошло развитие новой области знания, какие бы формы ни приобрела она, ее истоки навсегда будут связаны с именем Г. А. Тихова.

Энтузиазм и труд ученого не прошли даром. Перспективный путь к решению одной из самых сложных проблем в изучении Космоса был им намечен. На современном этапе он состоит прежде всего в том, чтобы изучать неизведанную еще способность живой материи существовать в необычных для Земли условиях внешней среды. Исследования Г. А. Тихова сообщили новый, астробиологический стимул развитию самой биологии и биохимии, что уже привело к более глубокому пониманию самого важного процесса в жизни растений — фотосинтеза. Именно на решении конкретных биологических и биохимических задач сосредоточены сейчас наземные исследования проблемы жизни на небесных телах.

С другой стороны, быть может, без влияния идей Г. А. Тихова недавно предложена оригинальная идея о возможности существования и на современном Марсе условий для органической земноподобной жизни. Но речь идет только о низших формах жизни и лишь... в сантиметровом подпочвенном слое, где еще достаточно света, но куда уже не проникает губительное ультрафиолетовое излучение Солнца.



Кандидат физико-математических наук

Ю. С. ГЕНШАФТ

Кандидат геолого-минералогических наук

А. Я. САЛТЫКОВСКИЙ

Вулканизм ранних стадий Земли

Этапы вулканизма в истории Земли — своеобразные вехи, отражающие ее эволюцию. Они свидетельствуют о происходящей смене глубинных тектонических режимов, о направленности изменения вещества в Земле. Поэтому не удивительно, что вулканизм геологических эпох служит объектом постоянного внимания исследователей, занимающихся изучением Земли, — геологов, геофизиков и геохимиков.

На страницах журнала «Земля и Вселенная» рассказывалось о I Всесоюзном палеовулканологическом симпозиуме (№ 6, 1973 г., стр. 39—42. — Ред.), публиковался также материал о задачах, которые стоят перед исследователями современных вулканов (№ 3, 1975 г., стр. 77—81. — Ред.). Проблемы, возникающие при изучении древнего вулканизма — палеовулканизма, намного более сложны хотя бы потому, что палеовулканологу приходится иметь дело не с самими вулканами, которые почти никогда не сохраняются, а только с продуктами их деятельности.

Изучение древнего вулканизма помогает оценить вклад вулканических процессов в формирование рудных и нерудных полезных ископаемых. Кроме того, без специальных исследований в области палеовулканических реконструкций невозможны развитие современной палеовулканологической теории, а также обоснованный и эффективный прогноз месторождений полезных ископаемых. Многие месторождения Закавказья, Забайкалья, Казахстана и других районов СССР обязаны своим происхождением именно вулканической деятельности древних эпох. Сейчас в

районах активно действующих вулканов — на Камчатке, в Японии, Индонезии — можно наблюдать, как с вулканическими газами и связанными с ними термальными водами выносятся на поверхность многие полезные элементы (сера, железо, марганец), концентрация которых в дальнейшем может привести к возникновению здесь месторождения. Важны эти исследования и для сравнительного анализа древнего вулканизма Земли и других планет — Луны, Марса и т. д.

Часто возникает вопрос, можно ли методы и способы изучения новейшего и современного вулканизма применять в исследованиях вулканических процессов далекого прошлого? Иными словами, можно ли с одинаковыми мерками подходить к вулканическим явлениям различных геологических эпох? Вопрос этот не только методический, но и философский, относящийся к возможности изучения мира на разных стадиях его развития. Именно такие вопросы были главными на втором палеовулканологическом симпозиуме.

Выбор Петрозаводска местом совещания не случаен. Карелия — уникальная территория, где продукты докембрийского вулканизма (возраст 2,5—1,5 млрд. лет) прекрасно сохранились. В городе находятся институты Карельского филиала АН СССР, в числе которых и Геологический, ведущий специальные исследования по изучению древнего вулканизма.

В докладах, представленных на совещании, убедительно показано, что рассмотрение докембрийской истории почти всех континентов свидетельствует о том, что среди докембрийских комплексов преобладают

вулканические продукты различного состава. Изучение докембрийского вулканизма позволяет также по-новому подойти к вопросу о происхождении древней земной коры, к истории развития того или иного района в далеком прошлом и понять историю развития геологических структур на ранних этапах эволюции нашей планеты.

Многолетние исследования, проведенные карельскими геологами в районах развитого докембрийского вулканизма, подтвердили вывод о том, что этот вулканизм приурочен к крупным тектоническим зонам (преимущественно линейным), а химический состав вулканических и интрузивных пород свидетельствует об их едином происхождении. Составлены геологические карты, на которых хорошо выделяются вулканоплутонические ассоциации, формировавшиеся в протерозойское время, что связывается с увеличением мощности земной коры. Эти результаты были доложены сотрудниками Геологического института Карельского филиала АН СССР — В. А. Соколовым, В. И. Робеном, С. И. Рыбаковым, А. И. Световым и др.

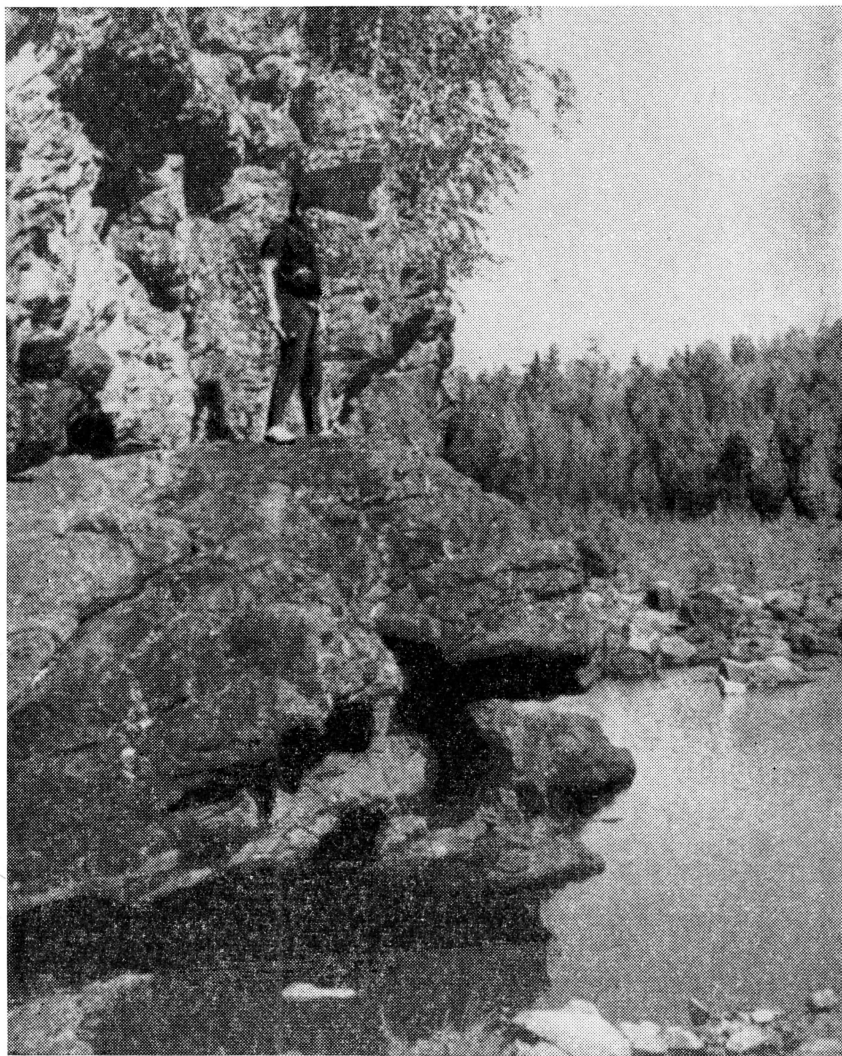
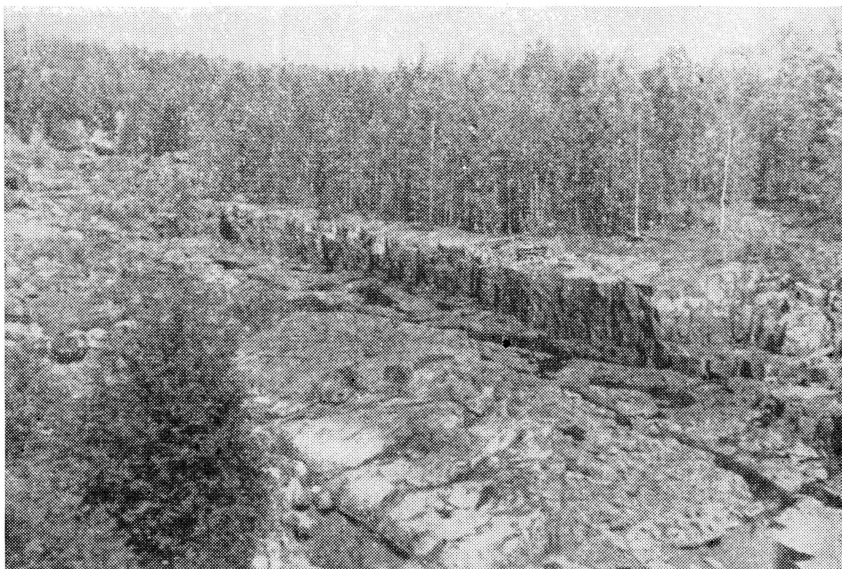
В докладах, зачитанных на симпозиуме (А. Ф. Белоусов, Н. Л. Добрецов, К. Б. Мокшанцев, А. А. Бухаров и др.) рассматривались главные закономерности древнего вулканизма различных районов СССР — Урала, Анабарского щита, Украины, Сибири и Дальнего Востока. Изучение характерных районов вулканической деятельности, составление детальных палеовулканологических карт, сравнительный анализ химизма древних и современных вулканических пород —



все это явилось демонстрацией методов палеовулканических реконструкций для Алтае-Саянской области, Прибайкалья, Урала, Карелии и Кольского полуострова.

Большую пользу работе совещания оказали геологические экскурсии в классические районы развитого древнего вулканизма. С интересными геологическими образованиями — вариолитами ознакомились участники симпозиума в районе Ялгубы (недалеко от Петрозаводска). Изучение структур этих редких пород послужило основой для возникновения представлений о расслоении магматического очага на «базальтовый» и «гранитный» слои. Впервые идеи о таком процессе высказывались крупнейшим советским петрологом академиком Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом; в дальнейшем эти представления развиты его учениками.

Яркое впечатление оставили экскурсии в окрестности Кондопоги, в Ялгубу, Гирвас и Чалку. Каждый из этих районов отличается своеобразной формой проявления вулканизма и типом вулканогенных пород. В окрестностях Кондопоги и Гирваса можно увидеть следы древнего базальтового вулканизма: отдельные потоки, трубки взрыва, жерла древних вулка-



Карелия. Долина реки Суны. Выходы коренных древних пород — протерозойских базальтовых лав

Карелия. Долина реки Суны. Выходы коренных древних пород — диабазов



нов, через которые когда-то изливалась лава.

В районе Чалки среди вулканогенных пород чаще всего встречаются андезиты. Геологи предполагают, что

Карелия. Поселок Гирвас. Следы течения древней лавы

Фото М. Фельдмана

Карелия. Поселок Гирвас. Столбчатая отдельность диабазов среднего протерозоя (около 2 млрд. лет)

карельские андезиты, — пожалуй, самые древние вулканические образования такого состава, известные на поверхности нашей планеты. Поражает, что в течение 1,5—2 млрд. лет андезиты так мало изменили свой состав и структуру — докембрийские их представители очень похожи на современные. Прекрасно сохранились контакты между различными породами и отдельными лавовыми потоками, хорошо видно, как туфы сменяются лавами, всюду заметны следы фумарольной и гидротермальной деятельности.

Нельзя не сказать несколько слов о замечательной карельской природе. Древние ледники наделили этот край многочисленными красивыми озерами, соединенными бурными потоками. Всюду огромные валуны и отполированные ледниками скалы («бараньи лбы»), густые хвойные леса.

Вулканологи познакомились с первым в России курортом, построенным в 1721 году по указанию Петра I на железистых водах, обнаруженных вблизи Петрозаводска. В настоящее время санаторий «Марциальные воды» — вполне современный лечебный комплекс. В Кондопоге участники совещания осмотрели уникальный образец древнего зодчества на севере России — деревянную шатровую церковь, построенную в 1774 году, побывали в Кижях.

На заключительном заседании симпозиума было принято решение, в котором отмечался успех совещания и предложено провести через два года очередное заседание палеовулканологов в Новосибирске.

XVI ГЕНЕРАЛЬНАЯ АССАМБЛЕЯ МГТС

С 25 августа по 5 сентября 1975 года в Гренобле (Франция) проходила XVI Генеральная ассамблея Международного геодезического и геофизического союза. Ей предшествовала (с 18 по 24 августа) очередная Генеральная ассамблея Международной ассоциации геодезии.

Генеральные ассамблеи союза так же, как и генеральные ассамблеи ассоциаций, входящих в этот союз, созываются один раз в четыре года. XV ассамблея состоялась в Москве в 1971 году. Во время генеральных ассамблей проводятся многочисленные научные симпозиумы, а также заседания, на которых рассматриваются итоги крупнейших международных мероприятий, принимаются рекомендации для дальнейшего развития научных работ в области геофизики и геодезии.

Как известно, в Международном союзе геодезии и геофизики семь международных ассоциаций — геодезии, сейсмологии и физики недр Земли, вулканологии и химии недр Земли, метеорологии и физики атмосферы, гидрологических наук, физических наук об океане, геомагнетизма и аэронавтики. Кроме того, в рамках союза действует много других комиссий и комитетов, которые создаются на определенный срок для решения какой-либо научной проблемы. Союз органически связан с многими другими международными организациями, такими, как Научный комитет антарктических исследований, КОСПАР, Всемирная метеорологическая организация и др. Естественно, на генеральных ассамблеях присутствует большое число крупнейших специалистов, работающих в области геодезии и геофизики.

Роль советских ученых в развитии мировой геодезии и геофизики велика. Это было особенно четко признано на Московской ассамблее, когда президентами четырех ассоциаций и первыми вице-президентами



тами трех ассоциаций были избраны советские ученые.

Среди крупных международных исследований литосферы выделяется «Геодинамический проект», в разработке которого Советский Союз принимает активное участие. По этому проекту изучаются движения континентов, региональные движения земной коры, проверяется гипотеза литосферных плит, анализируется связь неравномерности вращения Земли с вариациями силы тяжести, рассматриваются геологическое строение и геофизические поля в рифтовых зонах, строение и история развития океанического дна, строение абиссальных впадин.

В Гренобле подведены итоги пятилетних исследований и определены дальнейшие направления работ на следующее пятилетие.

Не менее важными остаются крупнейшие международные работы по программе Международной гидрологической декады, цель которых — учет водных ресурсов Земли, их сохранение и в какой-то мере воспроизводство. Большое внимание привлекает Международный проект по изучению обмена теплом и влагой между океаном и атмосферой как основа для разработки долгосрочных прогнозов погоды.

На Международной ассоциации геодезии в Гренобле обсуждались проблемы изучения современных движений земной коры, проблемы устойчивости гравитационного поля во времени, проблемы использования искусственных спутников Земли для решения задач региональной и глобальной геодезии, задачи повышения точности и совершенствования линейных измерений, в первую очередь, с использованием лазерной техники, вопросы создания единой, устойчивой во времени глобальной координатной системы.

Член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ

ЛЕДЯНОЙ ПОТОК

Советский гляциолог А. А. Яблочков наблюдал летом 1975 года очень интересное событие — обрушения пульсирующего ледника Дидаль, расположенного в Таджикистане на северном склоне хребта Петра I, в бассейне реки Сурхоб. Протяженность ледника 4,8 км, ширина около 300 м, высоты начала и конца ледника, соответственно, 4000 и 3000 м над уровнем моря.

В июле ледник резко увеличил скорость своего наступления до трех метров в сутки. Вся его поверхность покрылась поперечными глубокими трещинами, в средней части лед поднялся бугром. Удлиняющийся язык ледника стал медленно спускаться в крутое и узкое скалистое ущелье. При этом оторвавшаяся от ледника огромная глыба перегородила на короткое время реку и прорвавшаяся вода образовала сель, снесший железобетонный мост.

К 12 августа язык ледника продвинулся в ущелье метров на семьсот. Его скорость возросла еще более резко — до 2 м/час. 13 августа образовался необычно бурный сель. Под нарастающий грозный гул от ледника оторвался весь его язык около 600 м длиной и объемом более полутора миллионов кубометров и устремился вниз по ущелью. Лед, казавшийся до этого монолитным, превратился в кипящее крошево ледяных глыб. В месте отрыва ледник был словно отрезан ножом — образовался отвесный обрыв высотой около 50 м. Лед засыпал долину реки толстым слоем, но река пробила себе русло по поверхности завала, что предотвратило образование селя.

Ледник продолжал быстро двигаться, проходя за сутки от 10 до 50 м. К 1 октября он удлинился почти на 1300 м, но наступившее похолодание замедлило таяние, сели прекратились, скорость ледника уменьшилась и второго обвала не произошло.

«Метеорология и гидрология», 7, 1975

БУРЕНИЕ НА ВУЛКАНЕ

Группа сотрудников Университета имени Далхаузи (Канада) под руководством геолога Д. М. Эйд-Холла организовала бурение земной коры на склоне вулкана Агуа-де-Пау на острове Сан-Мигель (Азорские острова, Португалия). Этот вулкан последний раз извергался в 1563 году, и специалисты считают его действующим.

Бурильный станок расположили на высоте 700 м над уровнем моря. Исследователи полагали, что они быстро достигнут области скопления лавы и что в забое скважины, проектная глубина которой была 1500 м, температуры укажут на существование лежащих ниже геотермальных источников пара.

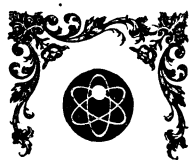
Это предположение подтвердилось не полностью. Рост температуры с глубиной оказался интенсивнее, чем ожидалось, и все резиновые прокладки бурильной установки вышли из строя. Пришлось заменить их новыми прокладками из тефлона.

На глубине 480 м температура достигла 230°С, после чего ее измерение прекратили из-за технических трудностей. Бурение, однако, продолжалось. Когда скважина достигла 960 м, в ней образовалась пробка. Давление достигло критической точки, произошел прорыв струи пара из недр, и работы были остановлены.

Геохимический анализ показал, что на сравнительно малой глубине возраст лавы неожиданно велик. По мнению вулканолога доктора Фаба Аументо, по мере того как лава покидает свой резервуар в недрах вулкана, происходит процесс погружения острова Сан-Мигель. Затем давление заставляет лаву поступать на поверхность и откладываться там все новыми слоями, причем этот процесс постоянно повторяется.

Местная электрическая компания, возможно, использует геотермальный источник, образованный бурильной скважиной.

«Science News», 107, 7, 1975



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Кандидат физико-математических
наук
В. Л. ЧЕНАКАЛ

Первые обсерватории Петербургской академии наук

ОБСЕРВАТОРИЯ ПРИ КУНСТКАМЕРЕ

Спустя два года после организации в 1724 году Петербургской академии наук в здании Кунсткамеры решено было оборудовать астрономическую обсерваторию. Создание обсерватории диктовалось практическими потребностями страны. Развивающееся мореходство, необходимость составления точных карт обширных пространств России — все это требовало разработки проблем практической астрономии, которыми и занималась новая обсерватория. Более ста лет до постройки Пулковской обсерватории (в 1839 г.) она была главной обсерваторией России.

В проекте здания Кунсткамеры башня для астрономической обсерватории не предусматривалась. Вопрос о ее постройке возник между 24 февраля и 31 мая 1726 года и был вызван следующими обстоятельствами.

Еще в 1717 году Петр I, находясь во Франции, познакомился с известным астрономом Жозефом Николя Делилем (1688—1768) и предложил ему работать в России. Трудно сказать, почему Делиль приехал в Россию только 24 февраля 1726 года, то есть уже после смерти Петра I. По приезду он сразу начал хлопотать о постройке в Петербурге астрономической обсерватории, и уже к 31 мая 1726 года наиболее подходящим местом для обсерватории была выбрана башня Кунсткамеры. Башня сооружалась по чертежам Делиля.

Строительство астрономической обсерватории затянулось до 1734 года. Но Делиль приступил к астрономическим наблюдениям в Петербурге уже

в 1726 году. На окраине города, в доме, где он жил, Делиль устроил маленькую домашнюю обсерваторию. К 1733 году, по словам Делиля, он выполнил такое количество наблюдений, что при издании они составили бы целый том.

Подбором инструментов для будущей астрономической обсерватории Делиль занимался еще в Париже. Там он приобрел квадрант радиусом 18 дюймов с трубой работы лучшего французского мастера XVIII века Шапото, «астрономические часы с секундами», изготовленные известным парижским часовщиком Этьеном, и две зрительные трубы. В Петербурге Делиль получил инструменты, собранные ранее Петром I.

Вместе с Делилем в Россию приехал его старший брат Людовик Делиль де Кройер. В 1727 году Сенат послал его «для исправления... ландкарт» в Архангелгородскую губернию. Отправляясь туда, он взял с собой из астрономической обсерватории Академии наук ряд инструментов. Делиль поставил вопрос перед академией о приобретении новых астрономических инструментов, однако его просьба не была удовлетворена. Тогда Делиль решил переделать часть инструментов, принадлежавших еще Петру I, чтобы лучше приспособить их для наблюдений. Среди этих инструментов были большой секстант радиусом от 4 до 5 футов, квадрант радиусом 3 фута, несколько зрительных труб разных размеров и один квадрант радиусом 2 фута.

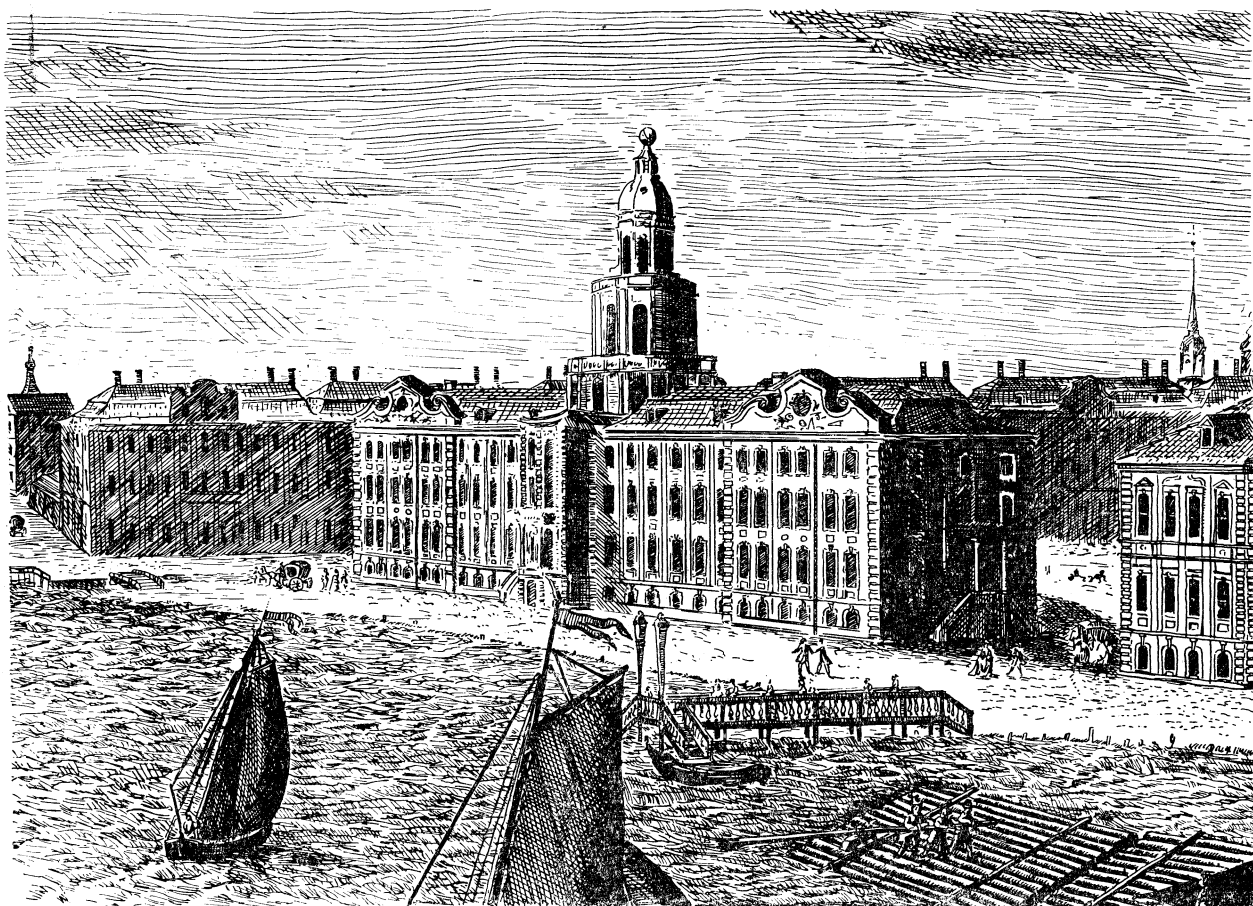
В 1746 году находившийся в то время уже в Германии Леонард Эйлер, скупой на похвалы, дал такой отзыв

созданной Делилем Петербургской астрономической обсерватории: «Обсерватория в Санкт-Петербурге может по справедливости похвалиться, что от толь многих лет к приготовлению всех нужных инструментов ничего не жалели, и сверх того, она так способно для астрономии построена, что мы здесь лучшего образца показать не умеем».

После отъезда Делиля во Францию в 1747 году руководство астрономической обсерваторией было поручено Христиану Николаю Винсгейму. В том же году в ночь с 4 на 5 декабря в здании Кунсткамеры случился пожар, полностью уничтоживший наряду с другими коллекциями и астрономическую обсерваторию. Винсгейм доложил в канцелярию Академии наук, «что из обсерватории ничего не спасено и она со всеми махинами, часами, моделями, небесными картами, зрительными трубами, компасом и прочими нижеописанными инструментами сгорела...».

Уже в 1748 году наблюдения в башне академической обсерватории возобновились, хотя она была восстановлена еще не полностью. Восстанавливалась обсерватория очень долго (до 1756 г.), но ученые не прекращали наблюдений на инструментах, которые были отремонтированы или сделаны заново мастерами академических мастерских и, в частности, талантливейшим из них Филиппом Никитичем Тирютиным.

Оставаясь до 1751 года руководителем академической обсерватории, Винсгейм широко пользовался услугами своих помощников Никиты Ивановича Попова (1720—1782), Андрея Дмитриевича Красильникова (1705—



1773) и Иосифа (Иоганна) Адама Брауна (1712—1768).

В 1751 году должность профессора астрономии и руководителя астрономической обсерватории занял двадцатипятилетний Августин Нафанаил Гришов (1726—1760), приехавший в Петербург из Берлина. Он хорошо знал астрономию, обладал исключительной энергией и с любовью относился к своему делу. Гришов разработал проект перестройки академической обсерватории после пожара и приложил немалые усилия, чтобы обеспечить ее новыми инструментами. Однако сам он наблюдал на обсерватории крайне редко, предоставив ее в распоряжение другим аст-

рономам. К тому же было установлено, что здание Кунсткамеры дает усадку и вести в нем точнейшие астрономические наблюдения не представлялось возможным.

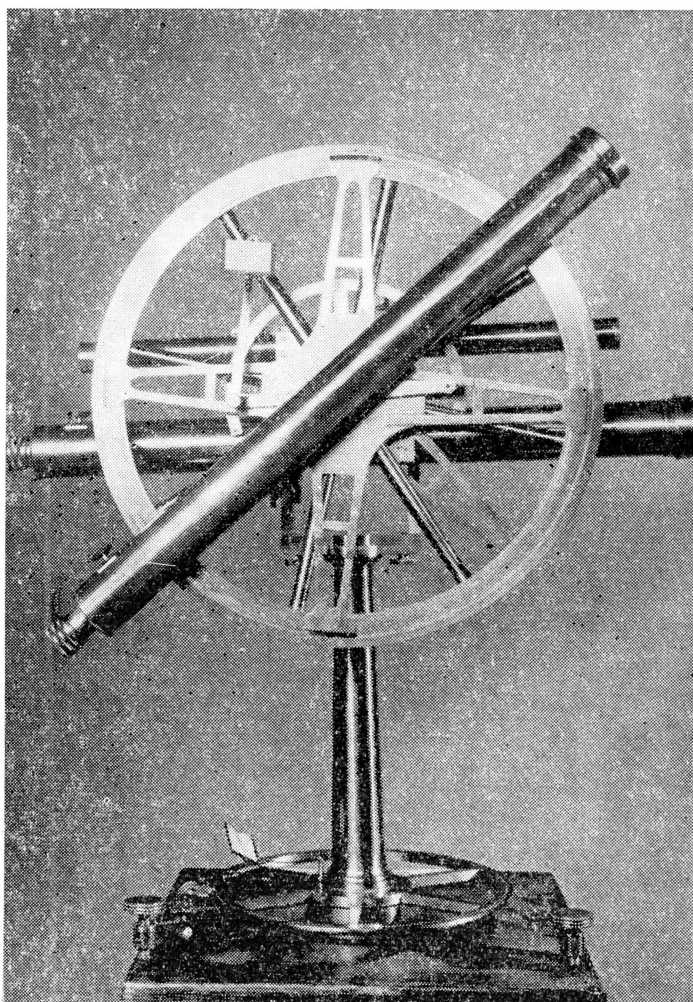
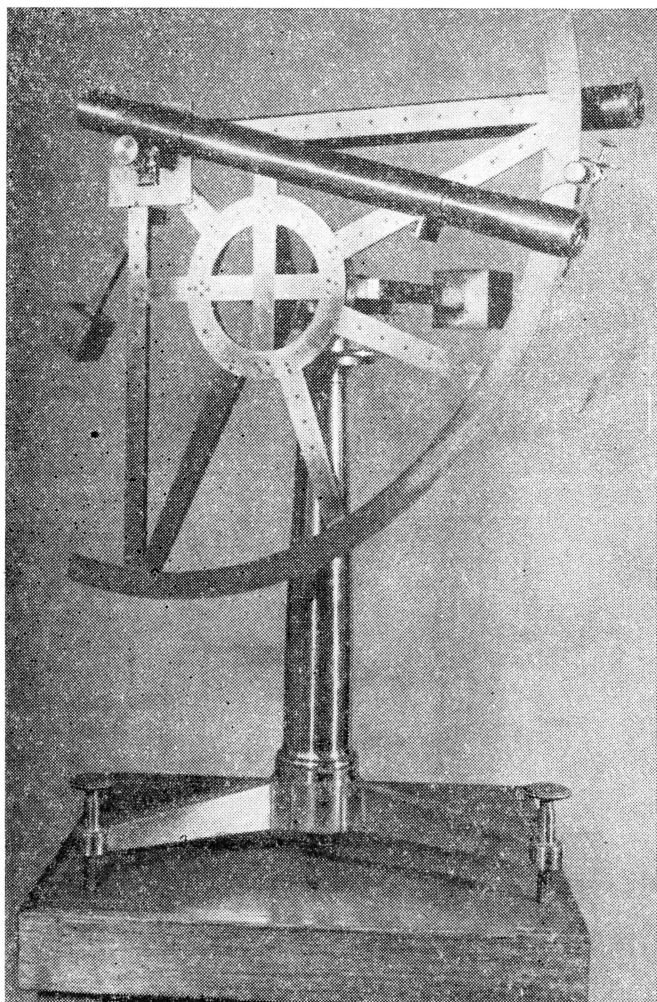
Академическая обсерватория продолжала свою деятельность до 1884 года. Во второй половине XVIII и первой половине XIX века здесь работали многие талантливые астрономы.

Академик Степан Яковлевич Румовский (1734—1812) имел широкий круг обязанностей. Около 40 лет он руководил работами Географического департамента академии, 25 лет издавал ежегодные астрономические календари и последние годы жизни был попечителем Казанского университета. Интересуясь популяризацией астрономии, он написал «Изъяснение наблюдений по случаю явлений Венеры в Солнце в Селенгинске учиненных...» (1762 г.), «Наблюдение яв-

ления Венеры в Солнце в Российской империи в 1769 году учиненные» (1771 г.) и др. Румовский был известен как весьма ревностный наблюдатель и крупный педагог.

Наиболее яркой фигурой после Л. Эйлера в Академии наук был астроном и математик Андрей Иванович Лексель (1740—1784). Свою научную деятельность в Петербургской академии наук он начал в 1769 году. Хотя его пребывание в Петербурге было непродолжительным, Лексель успел за это время сделать столько, сколько многие ученые не сделали за всю свою жизнь. Он опубликовал 27 работ по математике и механике, прочитал свыше 100 докладов и сообщений по наблюдательной и теоретической астрономии в Академическом собрании. Лексель первый определил орбиту открытого Гершелем Урана и исследовал движение

■ *Здание Кунсткамеры. В ее башне с 1734 по 1884 год располагалась астрономическая обсерватория. Рисунок с гравюры М. И. Махаева. XVIII век*



комет. Одна из комет 1770 года носит его имя. Лексель был членом Петербургской, Стокгольмской и Упсальской академий.

Большим событием в русской астрономии явилось издание в 1798 году в Петербурге «Трактата по теоретической астрономии» в трех томах. Трактат был переведен на французский язык и астрономами Европы и Америки признан классическим трудом. Его автором был Федор Иванович Шуберт (1758—1825). В Петербургской академии наук он начал работать в 1785 году и уже через три года получил звание академика. Шуберт опубликовал около 30 работ по математике. В 1787 году он принимал участие в первом вычислении площа-

ди России. По этим подсчетам, площадь России составляла 18 199 900 км².

Очень много времени Шуберт уделял астрономическим наблюдениям на академической обсерватории. Он наблюдал затмения, покрытия планет Луной, кометы. Известно его наблю-

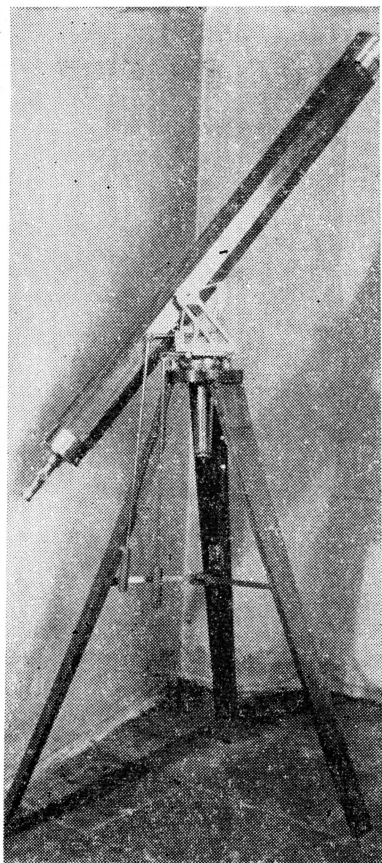
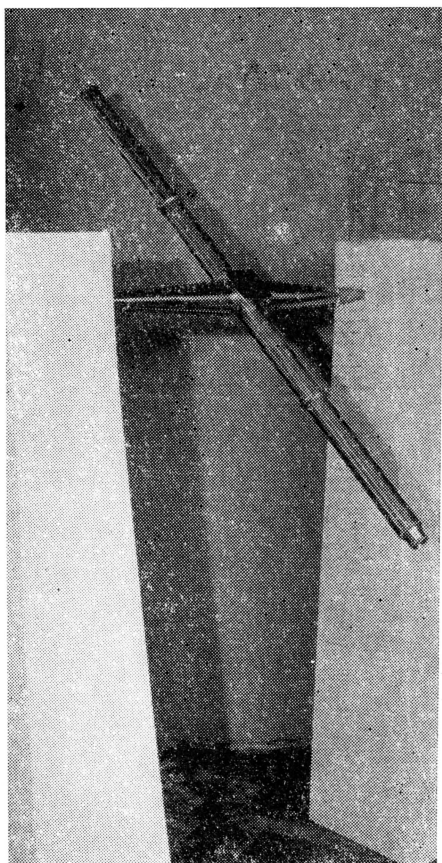
 *Квадрант работы Дж. Рамсдена. Инструмент принадлежал обсерватории Петербургской академии наук. Экспонируется в Музее М. В. Ломоносова в Ленинграде*

 *Универсальный угломерный инструмент второй половины XVIII века. Был установлен в академической обсерватории. Сейчас экспонируется в Музее М. В. Ломоносова в Ленинграде*

дение яркой кометы на северном небе в 1790 году.

Начиная с 1800 года Шуберт в течение 20 лет проводил регулярные занятия в академической обсерватории с моряками, которых готовил к дальним плаваниям, обучая астрономическим определениям координат на суше и на море. Для них он написал учебник «Руководство к астрономическим наблюдениям...», выдержавший пять изданий. В 1803 году увидела свет «Популярная астрономия» Шуберта в трех томах, долгое время служившая основным учебным пособием.

До Шуберта мореплаватели использовали при определении координат громоздкие астрономические



инструменты. Он же предложил для этих целей отражательный секстант, карманный хронометр и ахроматическую трубу с фокусным расстоянием 1 м — инструменты, легко перевозимые и удобные в пользовании.

После смерти Шуберта основным наблюдателем в академической обсерватории остался Викентий Карлович Вишневский (1781—1855). Он проявил себя как превосходный наблюдатель, умеющий с большим эффектом использовать то скромное оборудование, которым располагала академическая обсерватория. Блестящую оценку дали западно-европейские ученые его наблюдениям комет, особенно комет 1807 и 1811 годов. Вишневского считали «виртуозом» среди наблюдателей. Известен Вишневский и как выдающийся ученый-путешественник, проделавший путь протяженностью в 160 000 км. По определению В. Я. Струве, экспедиционная деятельность Вишневского в то время представляла собой «самое обширное применение астрономии к географии».



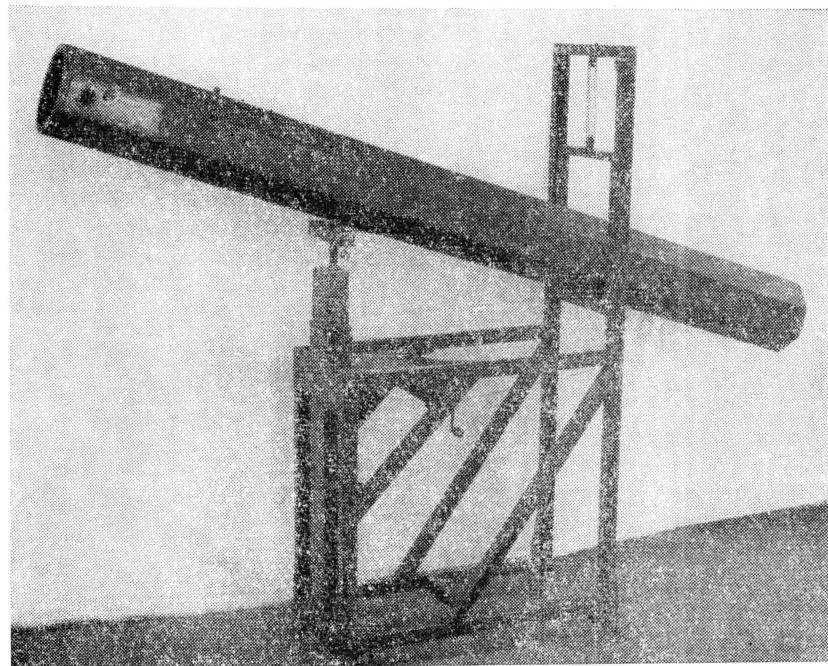
Пассажный инструмент Д. Берда, принадлежавший обсерватории Петербургской академии наук. Экспонируется в Музее М. В. Ломоносова в Ленинграде



Ахроматический телескоп, изготовленный в мастерских Главного штаба. В начале XIX века был установлен в академической обсерватории. Экспонируется в Музее М. В. Ломоносова в Ленинграде



Зеркальный телескоп Гершеля. В конце XVIII века находился в академической обсерватории





В 1819 году, став первым профессором астрономии Петербургского университета, академик В. К. Вишневский проводил практические занятия на академической обсерватории. В 1835 году, потеряв слух, он вынужден был отказаться от преподавания, но общественно полезную деятельность не прекратил. Вишневский принял участие в разработке плана новой астрономической обсерватории, которая была построена в 1839 году под Петербургом на Пулковском холме. Однако все время предметом его особой заботы оставалась академическая обсерватория, где он вел наблюдения до последних дней своей жизни.

После ухода Вишневого кафедру астрономии в Петербургском университете занял Алексей Николаевич Савич (1810—1883). В 1836 году он участвовал в крупной экспедиции, проводившей нивелировку местности между Черным и Каспийским морями, в результате чего было установлено, что уровень Каспийского моря на 27 м ниже уровня Черного моря. Работая около 40 лет в университете, Савич воспитал многих видных русских астрономов. Он написал прекрасный учебник «Курс астрономии» в двух томах (1874—1884 гг.), а также «Приложение практической астрономии к географическому определению мест» (1868—1871 гг.), не утратившее своего значения и поныне.

Мы рассказали лишь о нескольких, наиболее ярких представителях Петербургской академии наук конца XVIII — первой половине XIX столетия, принеших славу русской астрономической науке.

МАЛЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК

В XVIII веке многие петербургские ученые, в том числе А. Н. Гришов, М. В. Ломоносов, И. А. Браун, Л. Ю. Крафт, И. А. Эйлер, П. Б. Иноходцов, имели свои небольшие обсерватории, размещавшиеся по соседству с их квартирами. Строила эти обсерватории Академия наук. Домашние обсерватории сыграли важную роль в развитии астрономии в России*.

Первая домашняя обсерватория Гришова была оборудована в 1754 году на балконе дома Вратислава, который до 1733 года был австрийским посланником в Петербурге. Дом этот находился на набережной Большой Невы, между 3-й и 4-й линиями Васильевского острова. Обсерватория располагала наилучшими по тому времени инструментами.

Через год Гришов переехал в дом барона Строганова, нанятый Академией наук специально для размещения в нем университета, гимназии и для поселения академических служащих. В этом доме на стрелке Васильевского острова, из окон своей квартиры во втором этаже Гришов вел астрономические наблюдения вплоть до 10 февраля 1757 года. Затем Академия наук подыскала для него квартиру с участком земли, на котором предполагалось построить небольшую обсерваторию. Канцелярия ака-

демии выделила Гришову 50 рублей и перевезла «старый чулан» с балкона Вратислава дома.

В 1757 году Гришов составил проект своей будущей обсерватории и сделал к нему краткое описание. Это был исключительно продуманный проект, предусматривавший обивку помещения войлоком для тепла, изготовление каменного пола для лучшей устойчивости инструментов и устройство большого числа окон разных размеров для удобства наблюдений. Но проект так и не был осуществлен.

В 1757 году в распоряжении Академии наук оказались первоклассные инструменты, которыми можно было точно измерить величину силы тяжести. Узнав об этом, Гришов обратился в канцелярию Академии наук с просьбой разрешить ему поездку на остров Эзель. Он собирался определить точные долготы и широты Дерпта, Пернова, Аренсбурга, что «к совершенству Лифляндской ландкарты много способствовало бы». В экспедиции Гришов находился с августа 1757 по 30 октября 1758 года.

В феврале 1759 года Гришов обосновался на новой квартире в доме вице-канцлера графа Головкина — на углу 9-й линии Васильевского острова и набережной Невы. Здесь также была оборудована небольшая обсерватория, на которой Гришов наблюдал комету Галлея. После смерти Гришова в его домашней обсерватории осталось много астрономических инструментов, которые были переданы Академии наук.

Еще одна домашняя обсерватория существовала в Петербурге в XVIII веке. Она была построена в 1764 го-

* В. Л. Ченкал. Малые обсерватории Петербургской академии наук в XVIII в. «Историко-астрономические исследования», вып. III, М., 1957 г., стр. 261—428.



ду в доме на 6-й линии Васильевского острова. Здесь профессор физики и философии академического университета И. А. Браун наблюдал солнечные пятна и прохождение Меркурия по диску Солнца.

Одно из замечательных астрономических открытий XVIII века было также сделано на домашней обсерватории. Михаил Васильевич Ломоносов, наблюдая на своей обсерватории 26 мая 1761 года прохождение Венеры по диску Солнца, обнаружил, что планета окружена атмосферой «такой же, если не большей, какая обливается вокруг нашего шара земного».

Ломоносов глубоко интересовался астрономией на протяжении всей своей жизни. В 1762—1763 годах он опубликовал «Химические и оптические записки», в которых рассказал о сконструированных им оптических инструментах, в том числе зрительных трубах новой конструкции. В это же время появилась публикация «Об усовершенствовании зрительных труб». Ломоносов описал в ней разработанный им «телескоп с одним большим зеркалом без малого». Он построил такой телескоп и, пользуясь им, проводил наблюдения.

Между 1771 и 1773 годом в Петербурге была построена еще одна домашняя обсерватория. Ее создатель — молодой ученый Логин Юрьевич Крафт. Он приехал в конце лета 1767 года из Германии в Петербург и поступил наблюдателем в академическую обсерваторию. В конце янва-

 Домашняя обсерватория А. Н. Гришова (1757 г.)

ря 1769 года Крафт был направлен Академией наук в Оренбург для наблюдения прохождения Венеры по диску Солнца. 24 мая он успешно наблюдал это редкое астрономическое явление. Не заезжая в Петербург, Крафт отправился в Молдавию, затем в Киев и только 1 ноября 1770 года вернулся в Петербург, привезя ряд ценных астрономических наблюдений.

В 1771 году Крафт был избран академиком, но не по классу астрономии, а экспериментальной физики. Желая продолжать свои астрономические исследования, Крафт обратился в Академию наук с просьбой разрешить ему оборудовать небольшую домашнюю обсерваторию на чердаке в доме Волкова, где он квартировал. Этот дом сохранился до нашего времени, стоит он на набережной Большой Невы между 6-й и 7-й линиями Васильевского острова. Построив обсерваторию «на собственный кошт», Крафт регулярно проводил на ней наблюдения. В 1772—1774 годах Крафт написал три работы, одна из которых была результатом его наблюдений на своей обсерватории «Наблюдение затмения Солнца, виденного 12/23 марта 1773 года, произведенное в Петербурге».

Спустя 20 лет в том же доме Волкова появилась новая небольшая обсерватория Иоганна Альбрехта Эйлера. Он много лет занимался «метеорологической астрономией» и решил, что мог бы одновременно вести и астрономические наблюдения, но для этого нужна была хотя бы небольшая обсерватория. Под обсерваторию Эйлер отвел одну из комнат своей квартиры, находившейся во втором этаже. Потребовалось переделать окно. Вместо подоконника была установлена каменная плита длиной 2 аршина, шириной 1 аршин и толщиной 2 вершка, которая выступала на наружную сторону окна. На этой плите свободно размещались зрительные трубы и другие астрономические приборы. Вынос инструментов за пределы оконного проема значительно увеличил обозреваемое пространство. Всю железную арматуру окна заменили на медную, чтобы магнитная стрелка приборов не отклонялась. Над плитой был устроен стеклянный шкаф, так что наблюдения можно было вести в любое время года и при любой погоде. На своей обсерватории Эйлер выполнил много интересных работ.

Последнюю малую обсерваторию

в XVIII веке Петербургская академия наук оборудовала для Петра Борисовича Иноходцова. Свои занятия практической астрономией Иноходцов начал в 1768 году адъюнктом Академии наук по астрономии и не прекращал их до последних дней своей жизни. В 1769—1775 годах во время астрономической экспедиции в район Нижней Волги он наблюдал прохождение Венеры по диску Солнца, затем участвовал в астрогеодезической съемке на трассе Волго-Донского канала, который уже тогда намечали прорыть. В 1781—1785 годах он определил координаты ряда пунктов самых различных районов России от Царицына до Петрозаводска.

Домашняя обсерватория Иноходцова располагалась в Ботаническом саду. С 1795 года Иноходцов проводил на ней астрономические наблюдения, периодически публикуя их результаты в академических изданиях.

Строительство домашних обсерваторий в XVIII веке было вызвано, в первую очередь, климатическими условиями Петербурга. Здесь ясные ночи бывают редко, и, чтобы использовать для наблюдений каждый удобный случай, астроном должен был жить недалеко от обсерватории.



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Кандидат исторических наук
В. М. ПАСЕЦКИЙ

Декабристы и науки о Земле

Исполнилось 150 лет со дня восстания декабристов. Первое русское революционное движение против крепостничества и самодержавия развивалось в течение десятилетия [1816—1825 гг.]. Но его влияние на политическую и культурную жизнь России прослеживается на протяжении всей дореформенной эпохи. «Их дело не пропало», — писал В. И. Ленин. Не пропало «и дум высокое стремление». Они оставили заметный след в русской культуре и науке. До событий на Сенатской площади многие из них участвовали в кругосветных и дальних плаваниях, полярных экспедициях, топографических съемках. Они оставили в вахтенных журналах тысячи записей об атмосферных и магнитных явлениях, которые наблюдали во время вояжей по морям Мирового океана. Не угас их интерес к науке и в годы каторги и ссылки. Декабристы занимались географией, изучали климат и флору Сибири. О некоторых чертах их научной деятельности рассказывается в этой статье, основанной в значительной степени на архивных материалах.

В первой половине XIX века Россия впервые распространила свои исследования на все океаны и материки земного шара. Русские суда после знаменитого плавания И. Ф. Крузенштерна — Ю. Ф. Лисянского в течение полувека более тридцати раз обогнули земной шар, обогатив науки о Земле многолетними циклами метеорологических, гидрологических и магнитных измерений. Русские путешественники картировали почти все северное и восточное побережье России, Русскую Америку (Аляску), открыли Антарктиду, составили описание различных стран Южной Америки, отдельных районов Австралии и крупнейших архипелагов Тихого океана от тропической зоны до Берингова пролива. Русские моряки доставили миру окончательное доказательство существования Северо-западного морского пути из Атлантики в Тихий океан. Придавая важное значение исследованию атмосферных и магнитных явлений, Россия первой в мире основала в 1834 году постоянно действующую систему метеорологических и магнитных наблюдений во главе с Нормальной обсерваторией — прародительницей всемирноизвестной Главной геофизической обсерваторией имени А. И. Воейкова.

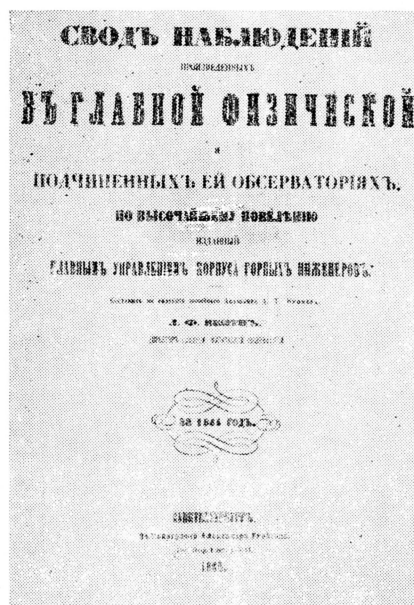
К географическому изучению нашей планеты, и в особенности территории России, было приковано внимание выдающихся отечественных ученых и представителей первого русского революционного движения декабристов.

В движении декабристов участвовала самая прогрессивная, самая передовая часть молодежи России, ее надежда и гордость. Значительная

часть декабристов получила по тем временам блестящее образование и ревностно следила за успехами как общественных, так и естественных наук. Многие из них занимались изучением физики и астрономии, метеорологии и ботаники. Этот интерес не был случайным. Развитие научных исследований и приложение их на пользу Отечества занимало важное место в программных документах Тайных обществ. Вопрос об овладении науками, участии в просветительской деятельности рассматривался декабристами как одна из задач политической борьбы против самодержавия.

Так, в первой русской экспедиции к Южному полюсу под командованием Ф. Ф. Беллинсгаузена — М. П. Лазарева (1819—1821 гг.) одаренным исследователем проявил себя активный деятель Северного общества Константин Петрович Торсон. Он участвовал в открытии Антарктического континента, в исследовании вод Южного Ледовитого океана, в изучении архипелагов и островов экваториальной части Тихого океана. По окончании экспедиции начальник Морского штаба А. В. Моллер вызвал Торсона из Кронштадта в Петербург для составления записок о деятельности Южной экспедиции. За участие в открытии Антарктиды Торсон был награжден орденом Св. Владимира и двойным годовым жалованием.

Летом 1824 года начальник Морского штаба А. В. Моллер предложил Торсону возглавить «ученую экспедицию к Северному полюсу». Она должна была состоять из двух кораблей — фрегата и брига. Декабрист Михаил Александрович Бестужев дважды сообщает в своих воспоми-



наниях, что А. В. Моллер предложил Торсону самому выбрать офицеров для будущей экспедиции и написать для нее инструкцию, которую они вместе составили.

Декабристы принимали участие в изучении севера Европейской России. Николай Алексеевич Чижов почти два месяца в составе Новоземельской экспедиции 1821 года под командованием Ф. П. Литке занимался исследованием вод Баренцева моря и западных берегов Новой Земли. Хотя ему не удалось в следующем, 1822 году принять участие во втором плавании Ф. П. Литке в Северный Ледовитый океан, полярные страны продолжали привлекать внимание будущего декабриста. Этот интерес к Арктике привел его в Северное тайное общество. В 1823 году он опубликовал в «Сыне Отечества» статью «О Новой Земле». Она представляет собой первое физико-географическое описание этого острова, лежащего в Ледовитом океане, на границе Баренцева и Карского морей. В ней содержатся сведения о полярных льдах, покрывающих океан большую часть года, о протяжении берегов, о проливе Маточкин Шар, небольших островах, расположенных у западного побережья Новой Земли, и о заливах, которые пригодны для стоянки судов. Данные эти основаны на собственных наблюдениях, сведениях о плавании Литке в 1822 году и на критическом рассмотрении известий прежних путешественников — как русских, так и иностранных. Кроме того, Чижовым в «Петербургской газете» была опубликована еще одна статья, посвященная описанию природных условий Новой Земли.

В 1827—1830 годах в исследовании Русского Поморья принимал большое участие декабрист Алексей Михайлович Иванчин-Писарев, отправленный из Петропавловской крепости в Архангельск «под бдительный надзор начальства». Он занимался описью островов и берегов, промерами глубин, вел метеорологические наблюдения, астрономические и магнитные измерения, исследовал гавани и бухты, пригодные для стоянки судов, составлял карты различных районов Белого моря. Его деятельность была высоко оценена начальником Беломорской экспедиции Михаилом Францевичем Рейнеке, который считал декабриста добросовестным и неутомимым исследователем.

Еще до Чижова и Писарева исследованием севера Европейской России занимался Михаил Карлович Кюхельбекер. В 1819 году он доставил из Петербурга в Архангельск астрономические и метеорологические приборы и принял участие в Новоземель-

ской экспедиции Андрея Лазарева. В 1821 году М. К. Кюхельбекер по просьбе И. Ф. Крузенштерна и по причине «неимущего состояния» был сверх штата зачислен в состав кругосветной экспедиции на шлюпе «Аполлон».

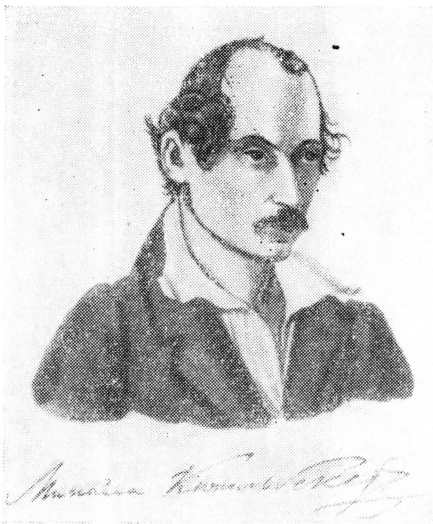
В рукописном отделе Государственной библиотеки имени В. И. Ленина в Москве сохранились отрывки из записок, которые вел М. К. Кюхельбекер во время этого плавания. Одна из записей сделана Кюхельбекером на обороте разграфленного им листа вахтенного журнала.

«27 декабря 1821 года, — отмечал он, — мы оставили Портсмут и через 47 дней прибыли в Рио-де-Жанейро. Ветер был все время благоприятный. Не было и большой жары. В воображении Рио-де-Жанейро выглядит лучше, чем оно есть на самом деле...

Но окружающая местность прелестна. Большие горы, холмы, плодородные долины. Светлые ручьи текут с гор... Природа очень богата: красивейшие и многообразные деревья и цветы... Собрал много семян, но нет okazji послать их. Ни одно судно не идет в Россию. Я должен подождать благоприятного случая. Отсюда мы направляемся в Новую Голландию, тогда мы найдем русские суда».¹

М. К. Кюхельбекер был пытливым путешественником. Об этом свидетельствует его рапорт командиру шлюпа «Аполлон», в котором содержится выполненная им в июне 1823 года опись проливов и островов у северо-западных берегов Русской Америки. Наряду с картированием неизвестных берегов он занимался изучением приливов и отливов, течений и глубин, грунтов морского дна и ус-

Летописи Главной физической обсерватории (ныне Государственная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова), где были опубликованы 10-летние метеорологические наблюдения М. Ф. Митькова



ловий погоды во время работ. В течение всего плавания М. К. Кюхельбекер вел журнал, отрывки из которого дошли до нашего времени. Сохранился и вахтенный журнал шлюпа «Аполлон» за 1821—1824 годы. Он свидетельствует о том, что М. К. Кюхельбекер, несмотря на полученную во время осеннего шторма тяжелую травму, участвовал в метеорологических и магнитных наблюдениях, которые и сегодня сохраняют не только историческую, но и научную ценность.² Им было составлено описание Баргузинского края, которое он послал в журнал «Сын Отечества», но материал не был опубликован.

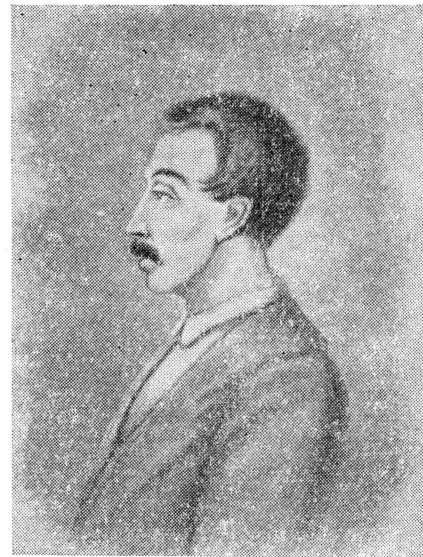
Родной брат М. К. Кюхельбекера Вильгельм Карлович («Кюхля») готовился к плаванию на шлюпе «Предприятие» под командованием О. Е. Коцебу. Но поскольку политическая благонадежность поэта была сомнительна, начальник Морского штаба А. В. Моллер отказался просить разрешения у Александра I на включение В. К. Кюхельбекера в число участников этой научной экспедиции. Из дневника поэта известно, что даже в годы заточения он с большим вни-

манием изучал труды В. М. Головнина и метеорологические изыскания известного деятеля русского просвещения, основателя Харьковского университета Василия Назарьевича Каразина, некогда тесно общавшегося с декабристскими кругами Петербурга и высланного в 1820 году из столицы после шестимесячного заключения в Шлиссельбургской крепости по подозрению в причастности к восстанию Семеновского полка.

«Технологические статьи В. Н. Каразина все до одной занимательны», писал Кюхельбекер в своем тюремном дневнике.— В «Сыне Отечества» на 1817 год заслуживает особого внимания его «Рассуждение о необходимости сбережения лесов в России», в нем много мыслей основательных и разумных».

Весьма заинтересовали декабриста предложения Каразина об устройстве сети метеорологических станций на всем пространстве России от Либавы до Камчатки и об использовании для практических нужд энергии атмосферного электричества. В. К. Кюхельбекер увидел в этих проектах очень смелые гипотезы, «быть может, такие, которые оправдаются лет через сто, пятьдесят или ближе». «Примечательнейшая из этих гипотез», писал декабрист, — предположение, что человек может покорить себе электрическую силу и употреблять ее орудием усовершенствования произведений своих, точно так, как покорил себе воду, пары и прочее».³

В число участников экспедиции на бриге «Рюрик» (1815—1818 гг.), которой предстояло искать Северо-западный морской путь из Берингова пролива в Атлантику, был приглашен



выдающийся деятель Северного общества Николай Александрович Бестужев. Известно его письмо к начальнику экспедиции лейтенанту Отто Евстафьевичу Коцебу:

«Я бы желал иметь надлежащее понятие о том, что мы предпринимаем учинить», — писал он в июне 1814 года, — и хотя мы с Вами о сем говорили, но разговор сей был вскользь и столь кратковремен, что я не имел случая в оном распространяться и теперь останавливаюсь только на химерическом предприятии графа (Н. П. Румянцева) отыскать Берингов пролив. Скажите, каким образом мы к оному пройдем, по Северному океану мимо Белого моря или, совершив окружное путешествие, зайдем с другой стороны? Оное покушение составляет ли всю цель нашего путешествия или нам предложат иные какие-нибудь открытия».⁴

Неизвестно, какие причины помешали Н. А. Бестужеву принять участие в предстоящем плавании. Сохранилось лишь свидетельство его брата Михаила о том, что Н. А. Бестужев был «готов пуститься в далекие страны, деятельно готовился к плаванию, влезая в долги, предавался радужным мечтаньям далекого пла-

М. К. Кюхельбекер, участвовавший в экспедиции к Новой Земле и кругосветном плавании на шлюпе «Аполлон»

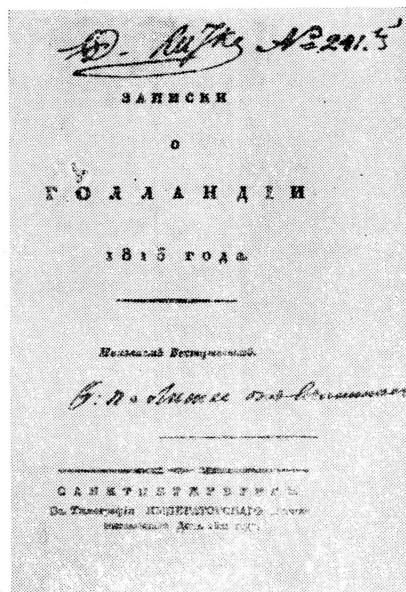
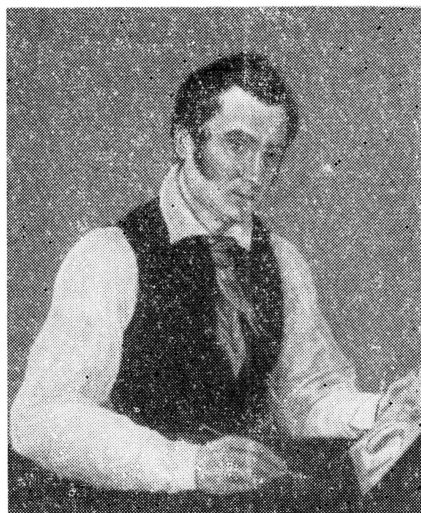
В. К. Кюхельбекер — русский поэт

вания», но какие-то непредвиденные обстоятельства помешали сбыться мечтам моряка-декабриста.

Н. А. Бестужев создал один из первых выдающихся трудов по истории русского флота. Его записки о плавании в Голландию и Испанию пользовались большим успехом. В годы каторги и ссылки он занимался конструированием нового, более дешевого и доступного всем мореходам хронометра и изобрел новый руль для парового судна. Через своего друга выдающегося русского мороведа Михаила Францевича Рейнеке он внимательно следил за успехами географии, метеорологии и физики. При содействии своих петербургских и московских друзей, несмотря на жесточайший запрет царского правительства, были опубликованы за подписью «Сибирский житель» несколько его работ, посвященных географии и климату Забайкалья. В годы ссылки он вел метеорологический журнал, занимался изучением атмосферного электричества, земного магнетизма, сейсмических явлений и полярных сияний, а также интересовался вопросами внутренней температуры Земли.

Декабристы создали многие проекты исследования различных областей земного шара. Гаврила Степанович Батеньков, уроженец Томска, в начале 20-х годов XIX века составил «проект положения о приведении в известность земель в Сибири», занимающий в рукописи более 80 листов.

Картирование Сибири должно было опираться на обширную сеть точно определенных по астрономическим наблюдениям пунктов. С этой целью в Тобольске, Иркутске и Том-



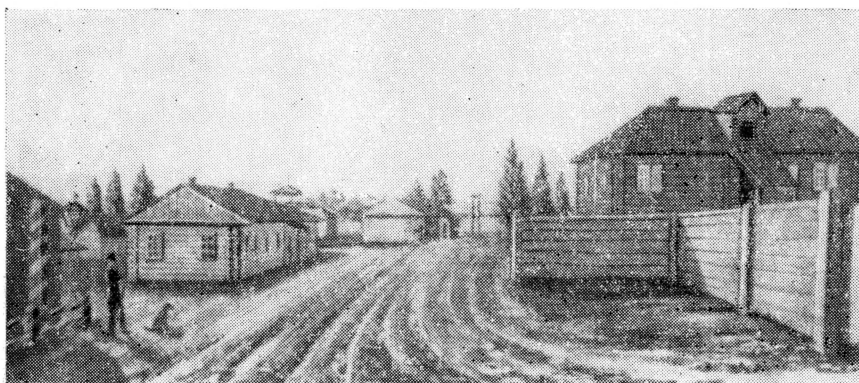
ске предполагалось создать по две постоянные астрономические обсерватории. Три из них оставались в губернских центрах, а три другие вместе с исследовательскими отрядами двигались на восток. Обсерватории снабжались выверенными астрономи-

Н. А. Бестужев — выдающийся естествоиспытатель первой половины XIX века

Записки о Голландии, подаренные Н. А. Бестужевым Ф. П. Литке

ческими инструментами, термометрами, барометрами, хронометрами и другими приборами. Кроме астрономических наблюдений сотрудникам обсерваторий предстояло заниматься метеорологическими измерениями и определять «склонение и наклонение магнитной стрелки». Наблюдения, выполненные в полевых условиях, должны были ежегодно представляться в губернские обсерватории для проверки их качества (исправности).⁵ Экспедиции вменялось в обязанность собирать сведения этнографического и экономо-географического характера, изучать половодья и течения в реках.

В январе 1823 года проект Батенькова был рассмотрен Сибирским комитетом и, хотя в весьма урезанном виде, был рекомендован к исполнению. Но прежде чем суждено было осуществиться проекту, автор его был заточен в Петропавловскую крепость, где его держали 20 лет в секретном каземате. Незадолго до восстания декабристов Батеньков опубликовал работы «О заселении Сибири» и «Общий взгляд на Сибирь». Кроме того, сохранилось большое число рукописных материалов, набросков и статей, посвященных географии этого края. В 1975 году в Государственной библиотеке имени В. И. Ленина нами обнаружена работа «О Якутской области», написанная около 1820 года. В ней дана физико-географическая характеристика Якутии и описание рек Лены, Вилюя, Алдана, Индигирки, Колымы, а также условий судоходства по ним. Рассмотрены особенности климата, почв, вечной мерзлоты, горных систем. Многие ее страницы посвящены этнографическим



замечаниям, описанию промыслов, а в заключение автором предложены средства, как «улучшить положение народов, обретающихся в Якутской области».⁶

Несомненный интерес представляет и его ранняя географическая работа, относящаяся к 1820—1821 годам, «Табель населения Сибири по климатам». Батеньков разделяет Сибирь по климатическим особенностям на северную, среднюю и южную полосы, рассматривает пригодность земель к хлебопашеству в южной и средней полосах и приводит данные о распределении населения как по губерниям, так и по климатическим зонам.⁷ Проблемы изучения Сибири продолжали волновать Батенькова и после двадцатилетнего заключения в секретном каземате Петропавловской крепости. В 50-х годах XIX века уже на поселении в Томске он писал, что «какая-то необъяснимая светлая сила влечет мой ум к точному понятию значения сего края в необъятной матушке-России».⁸ В 1857 году он подготовил статью «О дорогах в Сибири», в которой писал, что проведение транссибирского железнодорожного пути «означало бы присоединение огромной пустынной страны к образованному миру». По его словам, реализация этой идеи должна осуществиться «на широком поле математической и физической географии» при условии проведения

всесторонних научных исследований, особенно, в Прибайкалье и на Дальнем Востоке».⁹

Большой интерес к географии проявлял декабрист Александр Осипович Корнилович, который был дружен с Батеньковым. Он написал в начале 20-х годов серию очерков, которые должны были войти в капитальное исследование «Опыт путешествий по России». А. О. Корнилович в 1829 году в Петропавловской крепости, куда он был доставлен из Сибири по доносу Булгарина, написал четыре записки, посвященные задачам исследования сопредельных с Россией стран Востока. «Европа,— писал он,— надеется получить от нас сведения о Восточной и Средней Азии. Честь и достоинство нашего правительства требуют удовлетворить в сем случае ожидания просвещенного мира и стяжать его благодарность сообщением ему известных точных о нравственном, политическом и умственном состоянии сих обширных стран, мало известных, но весьма любопытных».

Корнилович предлагал для изучения сопредельных с Россией стран Азии вместо сановников из посылств, которые, как правило, вызывают «неуместные опасения», использовать купцов. В их свите под видом «приказчиков» должны находиться два ученых-путешественника, в том числе один астроном. Им предстояло собрать сведения о географическом положении и особенностях посещаемых мест и стран, а также заниматься наблюдениями по естест-

венным наукам. По мысли декабриста, такая экспедиция не только будет иметь важное политическое и торговое значение, но и окажет важную услугу «наукам вообще и в особенности географии».¹⁰

Декабрист Владимир Павлович Романов, принятый Рылеевым в Северное тайное общество, в двадцать один год отправился в кругосветное плавание на корабле «Кутузов». Он исследовал берега Русской Америки, изучал обычаи местных жителей — калаш, которым затем посвятил большую статью в журнале «Северный архив». Путешественник расспрашивал о том крае промышленников, купцов, участников прежних экспедиций, знакомился с их журналами, которые они вели во время своих путешествий. Особенно его заинтересовала река Медная, которая вела во внутренние области Русской Америки. Вернувшись в Кронштадт, Романов в декабре 1822 года представил начальнику Морского штаба А. В. Моллеру «Предначерчение экспедиции от реки Медной по сухому пути до Ледовитого моря и до Гудзонова залива».

«Девятнадцатое столетие, распространяя науки и полезные познания в Европе, отличается особым направлением, данным географическим изысканиям,— писал Романов.— Не говоря о других державах, приобретавших в наше время новые сведения о неведомых дотоле странах света, Россия в продолжение последнего двухдесятилетия сделала важные открытия по части географической, но общее стремление умов, общие направления напряжения морепроходцев всех стран до сих пор оставляют

Вид участка Читинского острога. Акварель Н. Бестужева

важнейший вопрос нерешенным: соединяется ли материк Азии с Америкой или море разделяет их?»¹¹

Исходным пунктом намечаемого путешествия Романов предлагал избрать реку Медную на юго-западном берегу Русской Америки. Адмиралтейский департамент направил проект Романова в Главное правление Российско-Американской компании, где с ним познакомился один из руководителей Северного общества декабристов К. Ф. Рылеев. Он пришел к выводу, что от выполнения проекта «принесется польза компании не только слава, что первые русские рассмотрят тот край, ибо ни одна европейская нога не была в оном, но и польза, что заведется сношение с Гудзонскою компаниею, а может быть, еще откроется новая ветвь промышленности». К. Ф. Рылеев обещал Романову убедить директоров компании послать экспедицию для описи северных берегов Русской Америки, но вскоре оба декабриста оказались в Петропавловской крепости.

Декабристы не только принимали участие в изучении различных областей нашей планеты, но и внесли определенный вклад в разработку истории русской географии с древнейших времен до современных им открытий и исследований. Они проявляли настойчивое внимание к ученым и путешественникам. Люди, испытавшие невероятные лишения и достигшие заметных успехов в изучении полярных стран и Мирового океана, имели особую притягательную силу для декабристов. Не случаен тот факт, что до восстания на Сенатской площади в дружеских или деловых связях с декабристами находилась



значительная часть мореплавателей и исследователей Арктики: Ф. П. Литке, Ф. П. Врангель, В. М. Головнин, Ф. Ф. Матюшкин, И. Ф. Крузенштерн и др. Общение с ними деятелей Тайного общества не могло не способствовать развитию в их среде глубокого интереса к наукам о Земле. Некоторые из мореплавателей лишь по воле случая не оказались в числе тех, кто 14 (26) декабря 1825 года вышел на Сенатскую площадь. Они сохранили дружбу с изгнанниками до конца своих дней...

В условиях каторги и ссылки многие декабристы следили за успехами наук о Земле. Они были знакомы с трудами Петербургской академии наук и ученых обществ различных стран. Особое восхищение вызвали у изгнанников успехи отечественной астрономии и метеорологии, деятельность академиков В. Я. Струве, А. Я. Купфера, возглавлявших Пулковскую и Главную физическую обсерватории, труды которых, по словам Н. А. Бестужева, были известны всему ученому миру. «Есть,— писал декабрист,— труженики науки, которых имя приятно звучит в слухе каждого образованного человека,— таковы имена Струве и Купфера — тем бо-

лее они наши русские ученые, у которых приезжают иностранцы учиться».¹²

Многие изгнанники встречались в Сибири с русскими и зарубежными путешественниками, в том числе с известным астрономом Василием Федоровичем Федоровым, занимавшимся по поручению Академии наук определением географического положения городов Сибири. С ним поружились декабристы Александр Петрович и Петр Петрович Беляевы, жившие на поселении в Минусинске. П. П. Беляев выполнял в Минусинске метеорологические наблюдения по просьбе немецкого путешественника Лессинга. Серьезные услуги в исследовании мест, прилегающих к Якутску, оказал немецкому путешественнику А. Эрману писатель Александр Александрович Бестужев-Марлинский. Он помог организовать метеорологические наблюдения и измерения земного магнетизма. Они вместе «просиживали ночи напролет в созерцании звезд». Бестужев-Марлинский покорила Эрмана «свежестью юности и блеском благородного таланта». Как видно из письма А. А. Бестужева-Марлинского к Эрману, он по просьбе путешественника трижды в день вел метеорологические наблюдения, «наблюдно поглядывая» по его совету на термометр и барометр. Таблицы метеорологических наблюдений он посылал в Германию.

Изучением Сибири в течение многих лет занимался Иван Дмитриевич Якушкин. «Деятельность И. Д. Якушкина на поприще ученом и учебном,— писал декабрист Петр Николаевич Свистунов,— тем более заслуживает уважения, что здоровье его

■
А. П. Беляев, встречавшийся в Минусинске с астрономом В. Ф. Федоровым



было крайне расстроено. Во время похода 12-го года он занемог лихорадкой, от которой никакими средствами не мог избавиться. Она неотступно сопутствовала ему до конца жизни.¹³ И. Д. Якушкин создал несколько геофизических приборов и установил их во дворе дома в Ялуторовске, где он прожил 20 лет. К сожалению, ни приборы, ни их чертежи не дошли до нашего времени, но, возможно, именно Якушкину принадлежит «Журнал метеорологических наблюдений в Ялуторовске», фотокопия которого хранится в местном краеведческом музее. Декабрист много сил посвятил изучению флоры Сибири и в 30-х годах XIX века занимался теоретическими вопросами естествознания, о чем свидетельствует его труд «Что такое жизнь?»¹⁴

Декабрист Петр Иванович Борисов в заточении написал статью о происхождении планет. В ней нет и намека на идеалистическое, и тем более на религиозное понимание происхождения Вселенной. Возникновение планет он объясняет как истинный материалист, опираясь на достижения естествознания первой половины XIX века.

В отличие от ученых XVIII века, П. И. Борисов выходит в своих суждениях о Вселенной за границы Солнечной системы и считает ее пространство беспредельным. По его мнению, наибольшие успехи в изучении окружающего нас мира может принести «соглашение» математических наук с науками естественными. По мысли П. И. Борисова, во Вселенной, возможно, существовали или существуют населенные людьми и животными другие небесные тела, во Вселенной происходит непрерывное развитие, которое «будет продолжаться вечно».¹⁵ П. И. Борисов вел метеорологические наблюдения даже в годы каторги сначала в Чите (1827—1830 гг.), а затем в Петровском заводе (1830—1839 гг.). Они были в копиях получены Главной физической обсерваторией и использованы в капитальных трудах по климатологии России. Всего декабристами метеорологические наблюдения велись в 10 пунктах Сибири (Якутск, Минусинск, Баргузин, Назимово, Чита, Петровский завод, Ялуторовск, Акша, Селенгинск, Красноярск). Наряду с наблюдениями П. И. Борисова особую ценность представляет 10-летний цикл метеорологических наблюдений декабриста Михаила Фотиевича Миткова в Красноярске (1838—1847 гг.), изданный Главной физической обсерваторией в 1866 году и разосланный всем метеорологическим и астрономическим обсерваториям мира.

Лишь незначительная часть научного наследия декабристов увидела свет, так как многие труды, статьи, заметки были уничтожены. Известно более 100 работ и набросков, посвященных различным разделам наук о

Земле. Они свидетельствуют о том, что декабристы оставили заметный след не только в истории русского общественного движения, но и в истории отечественного естествознания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рукописный отдел Государственной библиотеки СССР имени В. И. Ленина, фонд 449, картон 2, дело 19, лист 3.
2. Там же, картон 2, дело 19—22.
3. В. К. Кюхельбекер. Дневник. Русская старина, 1883 г., июль, стр. 115.
4. Воспоминания Бестужевых. М.—Л., 1931 г., стр. 309.
5. Рукописный отдел Государственной библиотеки СССР имени В. И. Ленина, фонд 20, картон 1, дело 12, лист 6.
6. Там же, картон 3, дело 13, лист 15.
7. Там же, картон 4, дело 5, листы 1—4.
8. Там же, картон 5, дело 2, лист 7.
9. Там же, картон 5, дело 3, лист 3.
10. А. О. Корнилович. Сочинения и письма. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957 г., стр. 237.
11. Центральный Государственный Архив Военно-Морского флота, опись 1, дело 2591, лист 1.
12. Рукописный отдел Института русской литературы АН СССР, фонд 604, дело 23, лист 54.
13. И. Д. Якушкин. Записки, статьи, письма. М., 1951 г., стр. 493.
14. Там же, стр. 179—196.
15. П. И. Борисов. О происхождении планет. Избранные социально-политические и философские произведения декабристов. М., 1951 г., том 3, стр. 80.

П. И. Борисов — выдающийся натуралист первой половины XIX века

Продолжаем начатое в № 1 и № 4 журнала за 1975 год обсуждение проблемы содержания курса астрономии в школе будущего. В своем письме от 26 июля 1975 года в Центральный совет Всесоюзного астрономо-геодезического общества при АН СССР заместитель министра просвещения СССР, член-корреспондент АПН СССР М. И. Кондаков отметил: «Министерство просвещения СССР считает, что широкое обсуждение различных вариантов программы по астрономии для средней школы полезно для совершенствования астрономического образования».

Преподавание астрономии в средней школе

В статье «Курс астрономии в школе будущего» Е. П. Левитан предлагает в порядке обсуждения проект новой школьной программы астрономии, значительно отличающийся по своей структуре как от ныне действующей программы, так и от ее предшественниц. Рассчитана она на 35 часов классных занятий и 4 часа наблюдений под руководством учителя.

Предлагаемый проект программы построен по совершенно новой схеме, которую можно назвать «предметной». Так, в теоретической части раздела «Солнце» даются «наиболее важные сведения по физике Солнца, говорится о солнечной активности и ее геофизических проявлениях. Но в тематику практических работ включены не только наблюдения в телескоп деталей фотосферы Солнца, но и задания, связанные с ориентировкой по Солнцу». Приблизительно так же обстоит дело с содержанием других разделов программы. По-видимому, ее автор пытается оживить более скучные для большинства учеников вопросы позиционной астрономии, объединяя их с вопросами астрофизическими. Мысль новая и несомненно заслуживает внимания. Но вот, в какой степени удалось Е. П. Левитану реализовать свой замысел, сказать труднее, ибо текст проекта программы чрезмерно сжатый (конспективный). Например, в числе практических работ «Введения» говорится об установке подвижной звездной карты на данный час и дату. Но не трудно ли это будет сделать, если в программе отсутствует даже элементарное представление о вопросах измерения времени? Я лично полагаю, что решить эту маленькую проблему

можно довольно легко. В начале раздела «Звезды и межзвездная среда» дается представление об изменении вида звездного неба в течение года и суток. Тут, казалось бы, и следовало внести ясность в вопросы измерения времени, однако это уже III раздел, а не I.

Еще пример. Можно ли обойтись без знакомства с горизонтальными координатами? Явно о них ничего в программе не сказано, но зато в разделе «Солнце» упомянут гномон, откуда явствует, что именно здесь и надо рассказать учащимся о горизонтальных координатах. Все это не такие уж мелочи, как может сразу показаться. Суть дела сводится к тому, что каждое существенное новшество, введенное в содержание или в структуру программы, необходимо серьезно обосновать.

Второе новшество предложенного проекта программы состоит в том, что разделы, относящиеся к Солнцу и звездам, предшествуют планетному разделу. По поводу этого новшества Е. П. Левитан высказывает ряд соображений, хотя и спорных, но серьезно аргументированных.

Я не затронул пока еще одного очень существенного вопроса, связанного с бюджетом времени, отводимого на преподавание астрономии в школе. Ну право же, нужно быть совершенно не осведомленным о тех глубоких изменениях, которые произошли в астрономии за последние два десятилетия, чтобы при составлении перспективных учебных планов для средних школ оставлять без внимания четырехкратные указания нашей астрономической общественности (решения съездов ВАГО) на не-

обходимость значительного увеличения времени, отпускаемого на школьный курс астрономии (один годовой час в 10 классе). Даже в 20-х годах в средних школах (к тому же девятилетних) учебное время, отводимое на курс астрономии, было в 2 раза больше. И не было тогда ни радиоастрономии, ни астрономии сверхкоротких волн, не существовала вообще внеатмосферная астрономия. Автор проекта новой программы лишь в подстрочном замечании напоминает об этом, а ведь для реализации нового проекта программы дополнительное время на изучение астрономии обязательно понадобится (хотя бы для проведения предлагаемых практических работ). Правда, несмотря на важность вопроса о бюджете времени, он должен быть рассмотрен более детально лишь после принятия того или иного варианта новой программы. Пока преждевременно обсуждать распределение числа часов по отдельным разделам программы.

Надо думать, что основной вопрос, относительно которого может возникнуть дискуссия по предлагаемой программе, заключается в том, насколько целесообразна сама идея жесткого «предметного» ее построения. Удалось ли автору программы составить один из удачных вариантов такого построения? Я уже указывал, что судить об этом трудно из-за конспективности текста программы. По-видимому, следует рекомендовать Е. П. Левитану разработать более развернутый текст, при составлении которого он сможет учесть отклики читателей журнала. Хорошо было бы одновременно провести в несколь-

ких школах эксперимент по обучению астрономии по новой программе, пусть даже не вполне доработанной. Ведь никогда не следует забывать о примате практики над теорией: априорные категорические суждения о проекте программы могут оказаться ошибочными!

В заключение сделаю еще несколько замечаний по предлагаемому проекту программы.

1. Считаю, что лучше не давать в «Введении» историческую часть развития представлений о Вселенной,

ограничившись характеристикой современной астрономии. Историческую часть перенести в V раздел, предпослав ее вопросу о строении Солнечной системы. Это будет в духе основных установок проекта программы.

2. Ясно указать, какие предлагается дать сведения по вопросам сферической и практической астрономии (горизонтальные координаты, измерение времени — разделы I и III).

3. Устранить нелогичную последовательность — сначала «квazarы» (IV),

а потом красное смещение (VI).

4. В программе нужно особо выделить вопросы, связанные с планетой Земля.

5. Лишь в ознакомительном плане излагать в школьном курсе вопросы, относящиеся к пульсарам, нейтронным звездам и черным дырам.

Считаю дальнейшую работу над разработкой проекта новой программы делом важным и перспективным.

Профессор Р. В. КУНИЦКИЙ

(Москва)

Каким быть школьному курсу астрономии?

Прежде чем обсуждать новую программу по астрономии в средней школе, по-видимому, надо ответить на два принципиальных вопроса: есть ли необходимость в изменении программы школьного курса астрономии в недалеком будущем и удовлетворяет ли представленный Е. П. Левитаном вариант программы основным требованиям, предъявляемым к этому курсу.

Мне кажется, что дальнейшее совершенствование программы по астрономии в средней школе вполне возможно и целесообразно. В действующей ныне программе больше астрофизики, чем в предшествующих. Но переход на новые программы во всех классах средней школы создал реальные предпосылки для поисков

еще более совершенного варианта курса астрономии. Учащиеся теперь получают значительный объем астрономической информации до изучения самого курса.

Так, в 4 классе в курсе «Природоведения» изучается довольно обширная тема «Земля — планета Солнечной системы». Уже здесь в первоначальной форме ребята знакомятся с кругом понятий, относящихся к Солнечной системе и миру звезд.

Программа по географии продолжает расширять астрономические сведения. В ней затрагиваются такие вопросы, как распределение солнечного тепла по земной поверхности в зависимости от географической широты; различие в освещении и нагревании поверхности земного шара в

течение года; полярные день и ночь; тропики и полярные круги; тепловые (астрономические) поясы. Программой предусматривается, что учащиеся проводят наблюдения за Солнцем и продолжительностью дня, приобретают навыки ориентирования по Солнцу, Полярной звезде, определения азимута. В курсе географии сообщаются и сведения о строении Земли.

В курсе физики рассматриваются тяготение, невесомость; движение искусственных спутников Земли и планет, расчет первой космической скорости; принцип радиолокации и ее применение, в частности, в астрофизике, и др.

К этому стоит добавить, что школьники повседневно получают инфор-

мацию об успехах в исследовании космоса, особенно тел Солнечной системы. Таким образом, изучение курса астрономии начинается не на пустом месте. В наши дни учащиеся более подготовлены к восприятию астрофизического материала. Это следует учитывать при разработке программы курса астрономии в средней школе. Дальнейшее расширение астрофизического содержания, более подробное изучение вопросов, важных для выработки у школьников диалектико-материалистического мировоззрения, — таковы основные направления совершенствования учебной программы по астрономии.

Предлагаемый Е. П. Левитаном «Проект программы по астрономии» существенно отличается от действующей программы. Вводится новый порядок изучения основных разделов, изменяются количество часов и содержание ряда тем, четко регламентируются практические и лабораторные работы (перечень их дается непосредственно в программе вместе с основным учебным материалом к каждой теме). Очевидно, для анализа содержания представленного проекта программы следует руководствоваться двумя основными критериями — научным и педагогическим.

Научное содержание отобранного материала не вызывает особых возражений. Автор проекта обоснованно убрал из программы ряд вопросов (например, доказательства вращения Земли и др.) и предусмотрел введение новейших данных. Однако кажется не оправданным полное отсутствие материала о телескопах, радиотелескопах, обсерваториях, хотя методы исследования рассматривают-

ся практически в каждом разделе и предусмотрены наблюдения в школьный телескоп.

Е. П. Левитан справедливо отмечает, что с точки зрения общепедагогической возможны различные варианты построения программы школьного курса астрономии. Представленный им вариант привлекает своей астрофизической устремленностью. Именно ради раскрытия этой основной идеи предлагается сразу начинать изучение Солнца, звезд и звездных систем. Учащиеся вводятся в сферу многих астрофизических проблем, они познают масштабы и структуру Вселенной. С этой точки зрения не представляются странным «отрыв» планет от Солнца и то необычное место в программе, которое отвел им автор. Однако если «отрыв» планет от Солнца в предложенном варианте программы естествен, вряд ли стоит раздел о планетах и малых телах Солнечной системы вклинивать между разделами «Галактики» и «Космогония и космогония». После темы «Беспредельность Вселенной» (последняя тема IV раздела) куда логичней рассказать о расширении Метагалактики (первая тема VI раздела). По-видимому, не стоит материал о планетах «отрывать» от звезд. Его лучше дать вслед за темой «Звезды и межзвездная среда». И с точки зрения порядка введения закономерностей — от частных к всеобщим — это более логично: далее приведены обобщающие сведения.

К большим достоинствам проекта программы относится четкая регламентация практических и лабораторных работ. Это — конкретное применение идеи развивающегося обуче-

ния. Сам материал отобран так, что дополняет основной и в то же время обеспечивает повторение и углубление ряда вопросов, встречавшихся школьникам ранее.

Можно сделать и некоторые замечания частного характера. Например, применение подвижной карты звездного неба затруднительно без знакомства учащихся с координатами и временем.

В теме «Солнце» отсутствует всякое упоминание о расстоянии до него и методах его определения. Хотя в дальнейшем, несомненно, придется использовать астрономическую единицу для иллюстрации межпланетных и межзвездных расстояний.

На страницах журнала «Земля и Вселенная» поднят вопрос большой важности. Предложенный в порядке обсуждения вариант программы курса астрономии в средней школе вполне может служить основой для новой, более совершенной программы.

Кандидат физико-математических наук, доцент
Ю. А. СКЛЯРОВ
(Саратов)

Полнее учитывать психологию усвоения знаний

Анализ действующей программы по астрономии позволяет выявить в ней следующие недостатки:

1. Программа предусматривает курс, построенный по принципу «от близкого к далекому» (что, впрочем, в свое время было оправдано!);

2. В программе как бы оторваны методы исследований от полученных результатов;

3. Программа все-таки предусматривает описательный характер изложения учебного материала.

Для того чтобы в какой-то степени преодолеть эти недостатки, и был предложен новый проект программы по астрономии в курсе средней школы, в обсуждение которого уже включилось немало специалистов. Сам факт появления нового проекта программы указывает на то, что идет поиск научно обоснованных путей создания более совершенной программы по астрономии. Мы хотим подчеркнуть, что в проекте программы особый упор делается на отражение астрофизических и эволюционных идей современной астрономии. Астрофизический подход к изложению учебного материала, с одной стороны, отражает развитие науки, а с другой, — полнее учитывает психологию усвоения знаний. Покажем это, проследив логику построения проекта новой программы.

Краткое «Введение» раскрывает предмет астрономии, демонстрируя и сегодняшний день и основные вехи исторического развития науки о Вселенной. Такой подход создает у школьника цельную картину о предмете и позволяет ему правильно оценить направление развития современной науки.

В разделе «Солнце» в первую очередь предлагается изучать размеры, массу, спектр, температуру, светимость. При этом значения радиуса, массы, светимости и температуры школьники получают, решая соответствующие задачи. Например, радиус они смогут определить, зная расстояние и угловые размеры; масса рассчитывается по третьему (уточненному) закону Кеплера, светимость — по солнечной постоянной, а температура — по светимости с использованием законов физики. Знание температуры подводит к понятию «Солнце — плазменный шар», а спектр поможет в определенной мере изучить химический состав Солнца. Все это, вместе взятое, во-первых позволит создать довольно полное представление о Солнце и, во-вторых, подготовит учащихся к более глубокому усвоению вопросов физики звезд. Хорошо, что «попутно» будут решаться задачи на методы приближенной ориентировки по Солнцу (это может неоднократно пригодиться ребятам в жизни!), проводиться наблюдения Солнца в телескопы и т. д.

Знания ребят о Солнце были бы далеко не полными, если бы наука не помогла им «заглянуть внутрь Солнца». Соответственно это и предлагает сделать новая программа. Законы физики и знание математики «помогут» школьникам рассчитать условия в недрах и построить «модель Солнца». А используя «модель Солнца», они качественно могут объяснить ряд наблюдаемых на Солнце явлений (гранулы, пятна и т. п.). Таким образом, школьники смогут «охватить» Солнце в целом, причем мы убеждены, что при таком изучении материа-

ла участвует не только память, но и мышление, что психологически важно и на что раньше фактически почти не обращалось внимания.

В разделе «Звезды и межзвездная среда» после изучения звездного неба, причин изменения его вида в течение суток и года, экваториальных координат проект программы предлагает рассмотреть общие характеристики и закономерности мира звезд, а затем и отдельные классы звезд. Такой подход позволяет доказать школьникам, что хотя «звездное небо» зрительно воспринимается (в малые промежутки времени) как почти неизменное, оно отражает процесс физического развития и движения небесных тел и их систем. Отсюда ясна роль и значение практических, лабораторных работ — они осуществляют непосредственную связь между видимым и действительным звездным небом. А это имеет важное значение для формирования мировоззрения.

Следует подчеркнуть, что в структуру программы легко вписываются и новости науки. Например, изучая двойные звезды, уместно рассказать о рентгеновских источниках; изучая Сверхновые, упомянуть о пульсарах и нейтронных звездах.

Изучение «Межзвездной среды» логически подводит к теме «Галактики». Решение задач на определение расстояний и размеров галактик, а также наблюдения в телескоп туманности Андромеды знакомят школьников с методами исследований.

Узнав о многообразии звезд и галактик, ребята лучше осознают место Земли, а значит, и место человека в окружающем нас пространстве. Вот тут-то в программе и делается пере-



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

ход к единственно известной нам планетной системе — Солнечной.

В изложении темы «Планеты и малые тела Солнечной системы» вопросы небесной механики органически связываются с вопросами астрофизики. Хорошо, что в эту же тему включены элементы механики космических полетов. А разнообразные задачи и наблюдения познакомят с различными методами исследований. И как итог — планетные системы других звезд и проблема внеземных цивилизаций связывают в единое целое Солнце, звезды, галактики, что дает возможность непосредственно перейти к изучению космологии и космогонии. Хотя и не исключено, что вопросы космогонии можно было бы рассматривать сразу же после изучения Галактики и Метагалактики.

По моему мнению, обсуждаемый проект программы для средней школы заслуживает пристального внимания, он открывает для учителя поле творческой работы. Ведь, как правило, астрономию ведут учителя физики и математики, и новая программа позволит им на своих уроках решать задачи с астрофизическим содержанием. Кроме того, на уроках астрономии теперь (больше, чем раньше!) появится реальная возможность наглядно показать роль физики, математики в изучении Вселенной.

Эта программа будет полезна и ученикам. Школьники перед 10-м классом имеют разрозненные астрономические сведения, полученные в предшествующих классах, а также в результате чтения газет и журналов, поэтому уже три урока астро-

номии («Введение») позволят им привести в систему часть своих знаний. Изучение программного материала по астрономии даст возможность школьникам применять свои знания по физике и математике и, в свою очередь, более осознанно подойти к этим предметам.

Сейчас мы обсуждаем школьную программу, но в скором будущем возникнет необходимость в широком обсуждении программы по астрономии для педагогических институтов, потому что структура и содержание курса астрономии в пединститутах в значительной мере зависят от построения школьного обучения.

**Преподаватель астрономии
Педагогического института
И. И. СЫСОЕВ
(Уральск)**

Об астрономии в школе будущего

Мне представляется, что проект новой программы школьного курса астрономии, предложенный Е. П. Леви-таном, заслуживает одобрения. Звезды — типичные и наиболее распространенные объекты Космоса — составляют своеобразный «костяк» Вселенной, и потому вполне естественно начинать школьный курс астрономии с Солнца и звезд. Применимость такой последовательности к школьному преподаванию достаточно аргументирована в обсуждаемой статье.

Звезды и межзвездная среда по

массе представляют собой главную часть Вселенной — твердые тела в ней большая редкость. Следовательно, новая программа правильно отражает реальное соотношение твердой и газовой компонент в Космосе. Мне думается, что при обзоре Солнечной системы имеет смысл сохранить логическую стройность изложения, то есть идти от больших масс к меньшим. Тогда поначалу будут рассмотрены планеты-гиганты, затем планеты земного типа, спутники планет (в их числе Луна) и, наконец, астероиды,

кометы и продукты их распада. В этом случае связь массы и физического состояния космического тела станет особенно наглядной.

Хотелось бы видеть в новой программе школьного курса астрономии раздел о планетарном облике Земли, ее биосфере и ноосфере, их роли в будущем развитии нашей планеты.

**Кандидат педагогических наук,
доцент Ф. Ю. ЗИГЕЛЬ
(Москва)**

Курс астрономии должен быть интересен учащимся

В вводной части статьи Е. П. Левитана «Курс астрономии в школе будущего» в очень сжатом виде, со ссылками на многие публикации, говорится о преподавании астрономии в современной школе, о программе, учебнике, методических и наглядных пособиях, о кадрах учителей, делается вывод, что современная программа по астрономии стала реальностью и вошла в школьную жизнь.

Но в связи с бурным научно-техническим прогрессом в астрономии, как и во всех областях знаний, уже теперь необходимо прогнозировать содержание образования в школе будущего. Такая постановка вопроса, как нам кажется, вполне правомерна и своевременна: вопрос сложен, и нужно обсудить его без торопливости и по возможности всесторонне.

Изучение астрономии в 10 классе школы будущего (как и в современной школе) не начнется, а продолжится, хотя систематический курс изучается только в 10 классе. И это учитывается в проекте новой программы.

На протяжении всех лет обучения школьники неоднократно соприкасаются с проблемами астрономии и космонавтики. О них узнают ученики 4 классов на уроках природоведения, ученики 5—6 классов — на уро-

ках географии и восьмиклассники — на уроках физики. План Солнечной системы приведен в трех учебниках младших классов: в 4 — в учебниках природоведения и математики, а в 6 — в учебнике физики.

Ознакомление учащихся с некоторыми вопросами астрономии и космонавтики в 1—9 классах при изучении различных школьных предметов очень важно, так как к этим вопросам ребята проявляют огромный интерес. А потому в «Введении» новой программы школьного курса астрономии следует рассказать о «наблюдавшихся» у школьников вопросах астрономии и космонавтики. Причем посвященный космонавтике параграф «Введения» лучше назвать «Достижения и перспективы космонавтики».

Раздел программы «Планеты и малые тела Солнечной системы» следовало бы поставить после «Введения» (именно такое возражение предвидел автор проекта). Эту перестановку оправдывает стремление школьников быстрее узнать о планетах и космических полетах. Мне приходилось руководить астрономическими кружками в школах и Дворце пионеров. План работы кружка я составлял вместе со школьниками 8—9 классов, и они всегда выражали желание скорее получить ответы на давно ин-

тересующие их вопросы. Мне кажется, что если бы им предложили рассказать о космонавтике и планетах в конце года, они были бы разочарованы.

Есть у меня еще одно замечание: если число часов по астрономии остается прежним, то программу нужно разгрузить. Но за счет чего? Можно исключить такие вопросы: диаграммы «спектр — светимость» и «масса — светимость», вычисление масс звезд и их размеров. Не нужны они, по моему, в курсе общеобразовательной школы, так как трудоемки и скучны для учащихся. Достаточно того, что рассказывается о Солнце. Я рискну сказать, что упомянутые вопросы звездной астрономии так же нужны школьникам, как и сферическая астрономия, которая многие годы значилась в программах, но не изучалась в школах, где учителя не хотели разочаровывать ребят в астрономии...

В остальном проект программы вполне можно было бы принять за основу для дальнейшего обсуждения и дополнительной разработки.

Кандидат педагогических наук,
доцент П. Н. КАРНИЦКИЙ
(Рязань)

Школе нужна новая программа

Изменение школьной программы по астрономии весьма своевременно. Такая необходимость назрела в связи

с огромными успехами нашей страны в освоении космического пространства, что в свою очередь дало мно-

го нового для астрофизики. Естественно, что бурное развитие современной астрофизики выдвигает и но-

вые требования к курсу астрономии в средней школе, ставит новые задачи перед школьным курсом.

Я считаю, что необходимо увеличить число часов по астрономии с 35 до 70, так как изложить проблемы современной астрономии очень трудно за такое малое время, причем, может быть, следовало часть курса астрономии изучать в 9 классе.

Существующая ныне программа по астрономии, на мой взгляд, имеет некоторое расхождение «по времени» с материалом, изучаемым в курсе физики. Например в «Введение», на которое отводится пять часов, включены такие вопросы, как спектральный анализ, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, виды спектров (сплошной, линейчатый), а физика рассматривает эти вопросы в начале второго полугодия. Конечно, создать идеальную программу, которая дополняла бы один предмет другим, чтобы изучаемые вопросы одного предмета шли параллельно с другим предметом, невозможно, но сократить этот разрыв необходимо. Это — важная проблема, и над ней нужно много работать. Мне кажется, что проект новой программы, предложенный Е. П. Левитаном, имеет многие преимущества перед действующей программой. «Введение» закономерно сокращено до трех часов (вместо пяти). Правильно, что геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира, борьба за научное мировоззрение обсуждаются в «Введении».

Вполне закономерно тема «Солнце» (3 часа) поставлена второй. Солнце — источник света, тепла и жизни, с Солнцем связана жизнь людей, а также многие явления, наблюдаемые в нашей повседневной действительности. Так как Солнце — ближайшая к нам звезда, то, естественно, следующей темой проекта программы идет тема «Звезды и межзвездная среда» (11 часов). Дальнейшие темы — «Галактики» (3 часа), «Планеты и малые тела Солнечной системы» (12 часов) и «Космология и космогония» (3 часа) — логично продолжают изучение курса школьной астрономии.

Учитель астрономии А. Н. ЛЕОНОВ
(школа № 136 г. Москвы)



**Директор
Московского планетария
К. А. ПОРЦЕВСКИЙ**

Планетарии мира

Один философ сказал как-то, что если бы на Земле было только единственное место, где можно было бы наблюдать звезды, то к нему со всех сторон стекались бы люди, чтобы любоваться великолепным зрелищем звездного неба.

К счастью, звезды видны из любой точки нашей планеты. А в планетарии их можно наблюдать даже днем и в любую погоду. На огромном купол-экране специальный аппарат зажигает тысячи звезд, демонстрирует движение Солнца, Луны и планет.

ПЕРВЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ

Идея создания оптического планетария принадлежит основателю Немецкого музея в Мюнхене доктору О. Миллеру. Он ее высказал в 1919 году. В течение четырех лет первый проекционный аппарат был разработан, усовершенствован и сделан на оптическом заводе Цейсса в Йене.

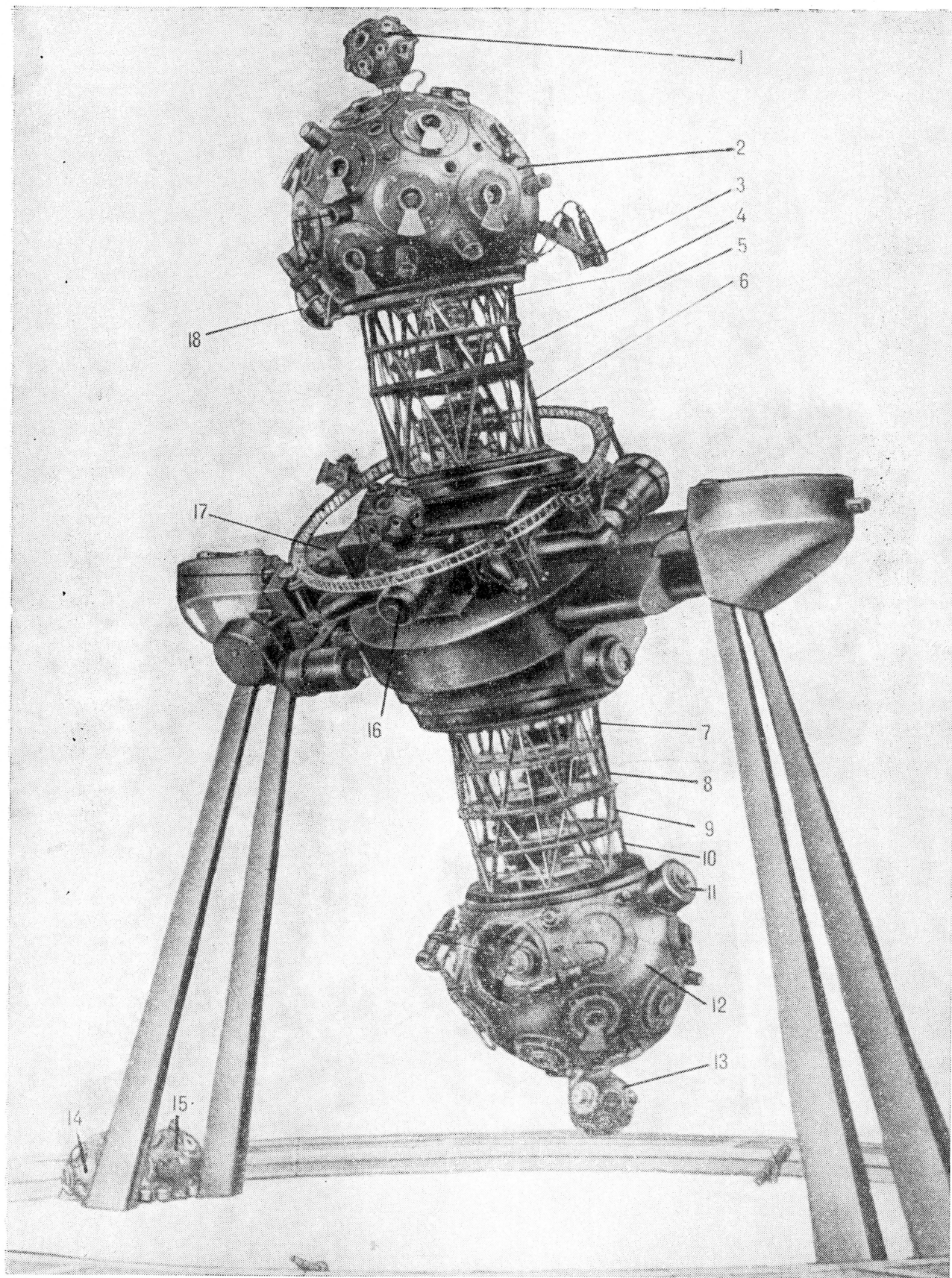
В октябре 1923 года это изобретение было продемонстрировано на годичном собрании музея. Над головами присутствующих вспыхнул звездный купол со светлой полосой Млечного Пути. На нем можно было наблюдать 4500 светил, суточное и годовое движение Солнца, Луны и пяти планет, видимых невооруженным глазом. Причем суточное движение происходило за 2—4 минуты и даже за 50 секунд, а годовое за 1—4 минуты или за 7 секунд.

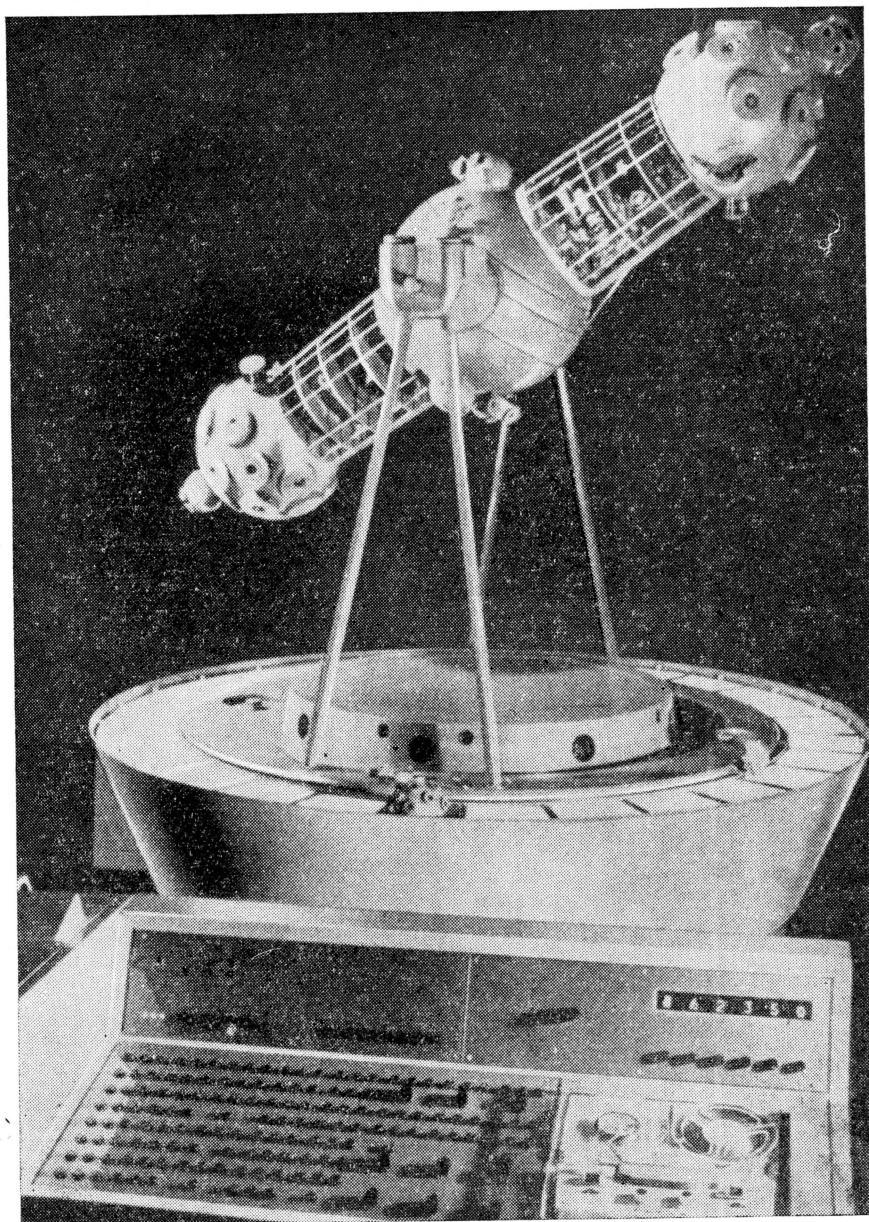
«Чудо из Йены» — так называли проекционный аппарат, который зажег искусственное небо в 450-летний юбилей Николая Коперника. Известный астроном, директор Копенгагенской обсерватории, профессор Стремгрен

писал: «Никогда раньше не создавали такого наглядного пособия, которое было бы столь поучительным, как это, столь волшебным, одинаково действующим на всех. Это — школа, театр и кино одновременно, школьный класс под небесным сводом и спектакль, в котором актерами являются небесные тела».

В конце декабря 1923 года после окончательной доводки аппарат был установлен для публички. А в мае 1925 года снова в Немецком музее Мюнхена был торжественно открыт планетарий. Вторую модель аппарата в 1925 году установили в Йене, спустя год аппарат вывезли в Дюссельдорф, а затем в Лидниц. В феврале 1934 го-

Большой оптический планетарий Цейсса: 1 — шар с 16 проекторами фигур созвездий (северное полушарие); 2 — шар неподвижных звезд (северное полушарие) с 16 проекторами; 3 — проектор кометы; 4 — передача и проекторы для Сатурна; 5 — передача и проекторы для Солнца; 6 — передача и проекторы для Луны; 7 — передача и проекторы для Меркурия; 8 — передача и проекторы для Венеры; 9 — передача и проекторы для Марса; 10 — передача и проекторы для Юпитера; 11 — проектор Млечного Пути (южное полушарие); 12 — шар неподвижных звезд (южное полушарие) с 16 проекторами; 13 — шар с 14 проекторами фигур созвездий (южное полушарие); 14 — шар с двумя проекторами для меридиана (север); 15 — шар с двумя проекторами для меридиана (юг); 16 — привод для годового движения; 17 — привод для движения прецессии; 18 — проектор Млечного Пути (северное полушарие)





да его разместили в здании газетного комбината в Гааге (Нидерланды).

Аппарат предназначался для фиксированных географических широт. Желание демонстрировать усеянное звездами небо любой географической широты от Северного полюса до Южного потребовало совершенно новой конструкции аппарата, и в 1925 году появился ныне всемирно известный большой аппарат Цейсса. Его изобретение связано с именем инженера В. Бауерсфельда. Аппарат мог работать в зале с куполом от 18 до 30 м в диаметре. Оптимальный диаметр купола этого большого универсального планетария — 23 м.

КАК УСТРОЕН ПЛАНЕТАРИЙ ЦЕЙССА

Главное в планетарии — две сферы, несущие проекторы неподвижных звезд. Аппарат показывает все звезды до 6,5 величины. В новых моделях двадцать наиболее ярких звезд имеют цвет, соответствующий их спектральному классу.

Один звездный шар демонстрирует звезды северного полушария, другой — южного. Внутри шаров находятся электрические лампы мощностью 1000 вт. В каждом шаре 16 отверстий, в которые вложены металлические пластинки из фольги. В пластинках до 200 мельчайших отверстий, расположенных относительно друг друга так же, как звезды на небе.

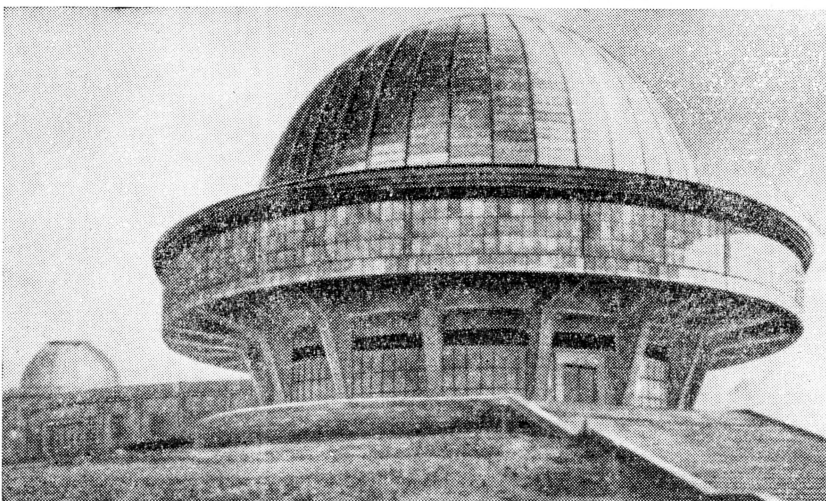
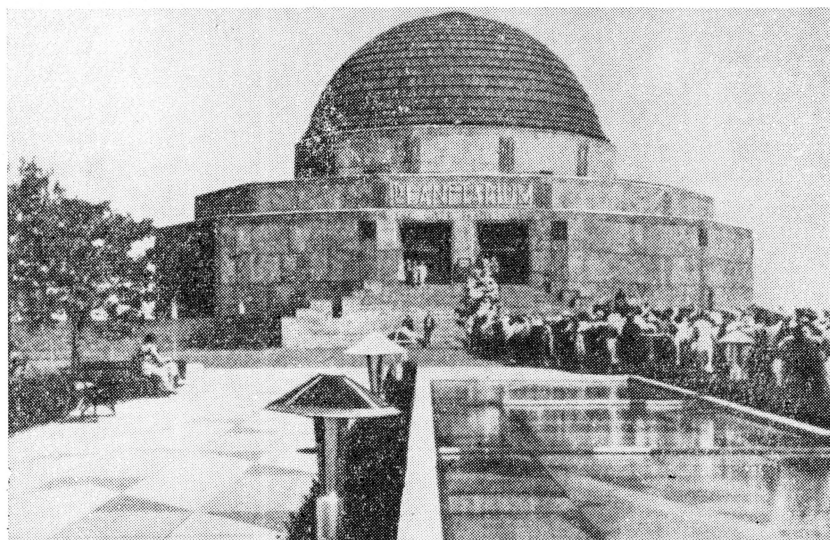
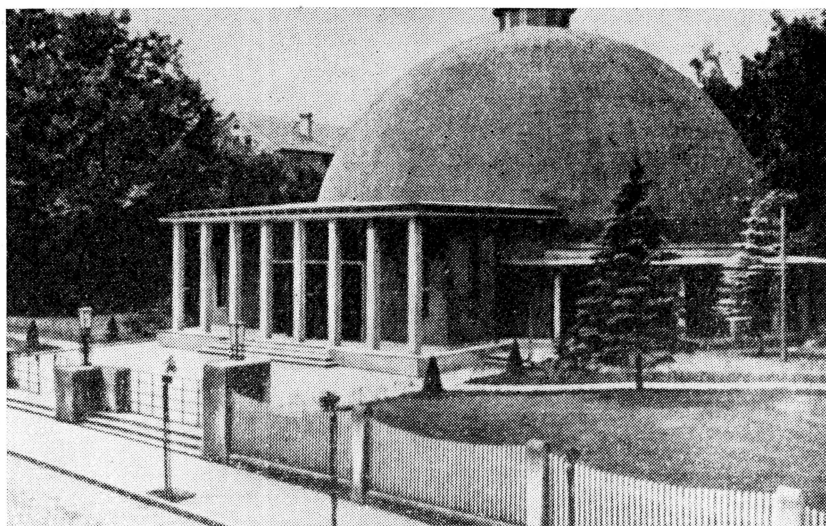
Космический планетарий, созданный народным предприятием «Карл Цейсс Йена» (ГДР)

Свет лампы может проходить только через эти отверстия, а специальные объективы проецируют его на купол-экран. Поскольку отверстия имеют разный диаметр, то и яркость звезд на куполе тоже разная, как у настоящих. Объективы снабжены специальными блендами, которые, как своеобразное веко глаза, перекрывают свет, идущий из той части шара, что лежит ниже горизонта. Поэтому как бы ни был повернут аппарат, он показывает звезды, находящиеся только над горизонтом. Есть и специальный проектор для демонстрации Млечного Пути.

Каждый звездный шар имеет и шар поменьше. Когда включены их лампы, на искусственном небосводе появляются названия звезд и он превращается в звездную карту. Специальные приборы проецируют на купол небесный экватор, эклиптику, небесный меридиан и другие точки и линии небесной сферы.

Звездные шары соединены металлическими фермами. На них установлены проекторы Солнца, Луны и пяти планет, видимых невооруженным глазом,— Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна.

Всего же аппарат насчитывает бо-



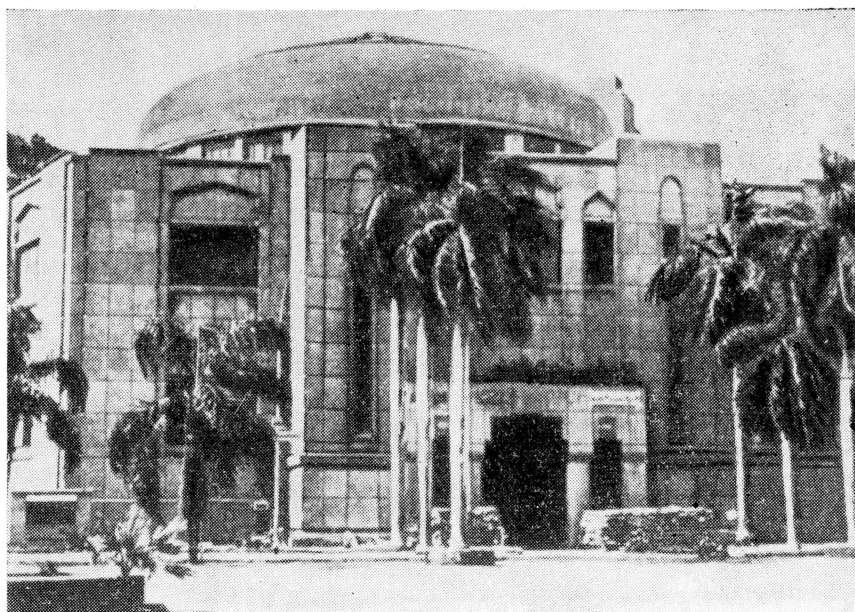
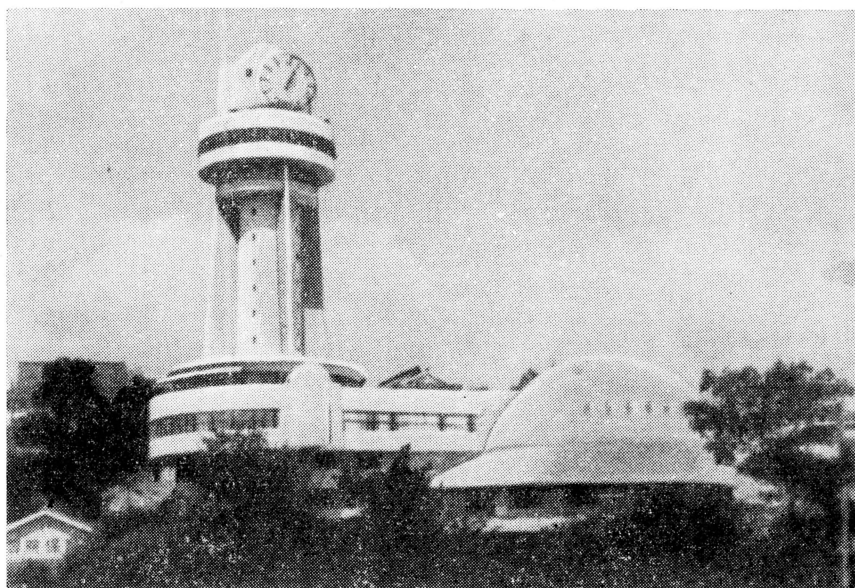
■
Планетарий в Йене — один из старейших в мире. Открыт в 1926 году

■
Планетарий в Чикаго. Сооружен в 1930 году

■
Шленский планетарий (ПНР). Он начал работать в декабре 1955 года

лее ста проекционных фонарей и семь электрических моторов, с помощью которых он может совершать разнообразные движения — суточное, годовое, прецессионное и по меридиану.

Сутки в планетарии длятся от 12 минут до 35 секунд, а год — от 5,5 минут до 17 секунд. За небольшой промежуток времени можно увидеть такие явления, которые в природе происходят столь медленно, что они просто незаметны, например, годовое движение Солнца по эклиптике (в планетарии, кстати, можно показать перемещение нашего светила на фоне созвездий) или изменения вида звездного неба в течение года. Сократив год до одной минуты, можно наблюдать, как планеты описывают петли, меняют взаимное расположение и положение относительно Солнца. Хорошо заметны быстрые перемещения внутренних планет, особенно Меркурия, и медленные — далеких. Аппарат демонстрирует расположение Солнца и планет в любое время года. Он помогает даже совершить «путешествие» в будущее или в прошлое. Попеременное сочетание суточного и годового движения аппарата позволяет следить за изменением суточного пути Солнца, Луны и планет и положением точек их восхода и захода в разные дни года. Перемещая аппарат по меридиану, можно показать, как выглядит звездное небо в любой точке Земли — от Северного до Южного полюса. За полторы минуты в планетарии удастся наблюдать явление, которое в действительности продолжается около 26 тыс. лет, — прецессионное движение полюса мира вокруг полюса эклиптики.



На протяжении полувека после изобретения планетария аппарат совершенствовался. Дополнительные устройства расширили его демонстрационные возможности. Теперь можно не только показать Юпитер с его четырьмя наиболее крупными спутниками, движение искусственных спутников, комет, метеоров, солнечные и лунные затмения, но и вид Солнечной системы с точки зрения внеземного

наблюдателя. Свыше 30 моторов участвуют в работе этого аппарата.

Кроме большой модели планетария

 Планетарий в городе Акаси (Япония). Построен в 1960 году

 Каирский планетарий (ОАР). Начал работать в 1967 году

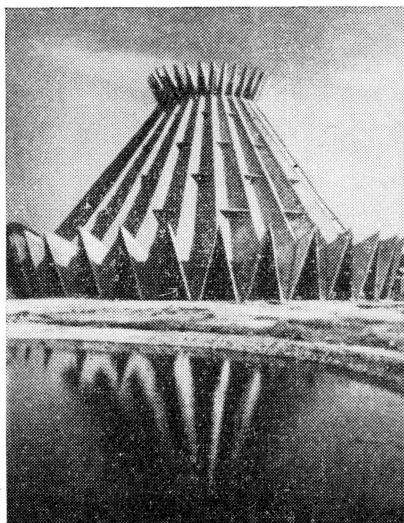
народное предприятие «Карл Цейсс Йена» (ГДР) выпускает малый планетарий и планетарий для демонстрации космических полетов типа «Спейсмастер». Первый из них предназначен для школ, навигационных училищ, астрономических кружков и народных обсерваторий. Аппарат изготавливается в двух моделях: для северного полушария Земли и для южного. Он показывает звездное небо с 5000 звезд до 6-й величины. Правда, некоторая часть звезд около южного полюса мира или, соответственно, северного не видна. Около 250 малых планетариев можно встретить во всех частях света.

Планетарий, демонстрирующий космические полеты, появился сравнительно недавно. Это — первый в мире серийный планетарий с автоматическим программным управлением. Он воспроизводит звездное небо таким, каким его наблюдают космонавты в полете. Аппарат может передать панораму лунного ландшафта или любой другой планеты, показать небо Луны. При этом специальное устройство демонстрирует вращающуюся Землю с ее фазами. Уже семь таких аппаратов работают в различных странах.

В послевоенные годы планетарии Цейсса изготавливаются на оптических заводах в Оберкохене (ФРГ). Оригинальные конструкции планетариев созданы в США и Японии.

МИРОВАЯ СЕТЬ ПЛАНЕТАРИЕВ

Большие аппараты Цейсса установлены в сорока трех планетариях мира. Разумеется, первые планетарии были сооружены в Германии. В



1926 году открылись звездные залы в Вуппертале, Лейпциге, Дюссельдорфе, Йене, Дрездене и Берлине, в следующем году — в Мангейме и Нюрнберге, а через год — в Ганновере и Штутгарте. До войны в Германии было оборудовано 12 планетариев, почти все они частично или полностью были разрушены во время войны.

Путешествие по свету планетарий начал в 1927 году. В мае этого года открылся планетарий в Вене, в октябре 1928 года — в Риме, а 5 ноября 1929 года — в Москве.

Путь шестнадцатого аппарата, созданного в Йене, лежал в Америку. В мае 1930 года начал работать планетарий в Чикаго. Он расположен на одном из островов озера Мичиган, рядом с Музеем истории природы. Оригинальность постройки планетария была отмечена Золотой медалью Американского института архитектуры. За первые десять лет планетарий посетило 4 млн. человек.

Еще один планетарий был сооружен в Филадельфии в 1933 году. Это обширное помещение с музеем, лекционным залом на 500 мест принадлежит Институту Франклина. В мае

1935 года открылся планетарий в Лос-Анджелесе, а в октябре того же года — в Нью-Йорке. Ньюйоркский планетарий разместился в здании Американского музея истории природы. Это — наиболее посещаемый планетарий мира. Все, кто приходит в музей, слушают 40-минутную лекцию в звездном зале.

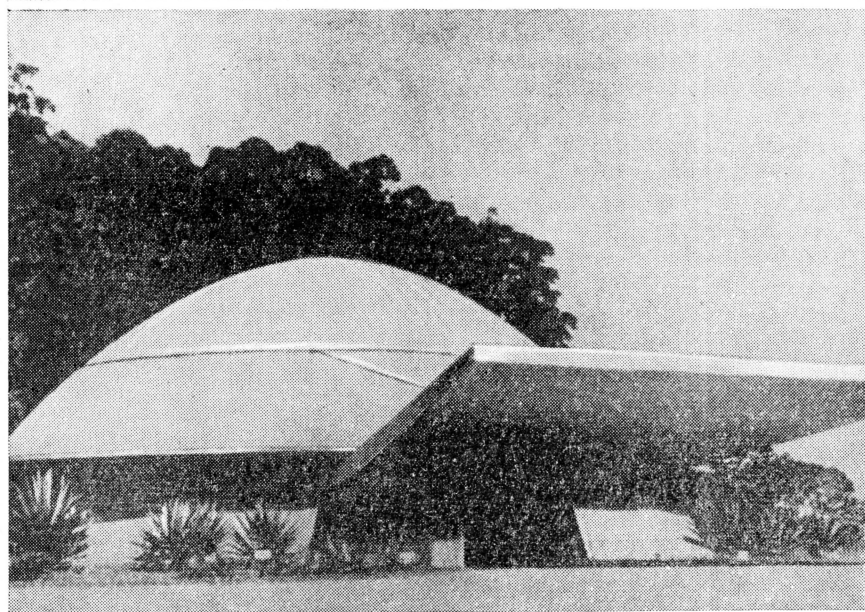
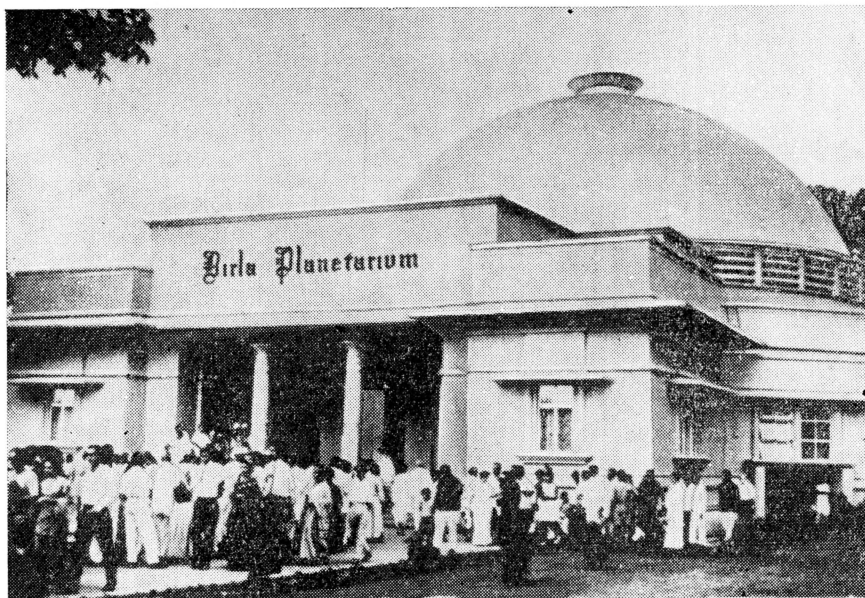
История стокгольмского планетария пестрит датами многочисленных переездов. Впервые он был открыт как экспонат парка Нобеля на Выставке прикладного искусства 15 мая 1930 года. Позднее аппарат передали Шведскому астрономическому обществу и установили в Стокгольме, где он работал до 1934 года. Потом его перевели в Гетеборг, в Лизебергский национальный парк. В 1946 году планетарий вывезли из Швеции в США. Там он стал собственностью Университета штата Северная Каролина.

Во время Всемирной выставки 1937 года парижане могли посетить планетарий. Затем его продали с аукциона, и новые владельцы приспособили здание для других целей. Вторичное открытие парижского планетария состоялось только в 1952 году.

Первый планетарий на Дальнем Востоке был построен в 1937 году в японском городе Осака. В ноябре 1938 года в присутствии дипломатического корпуса открылся планетарий в Токио. За год его посетило 600 тыс. человек. Во время войны аппарат был уничтожен. Новый планетарий в Токио начал работать в 1957 году.

Послевоенный период характеризуется бурным строительством новых планетариев. Первым среди них открыл свои двери в сентябре 1953 года планетарий в Волгограде. Это — пода-

 Планетарий в Коломбо (Шри-Ланка). Сооружен в 1965 году



рок трудящихся ГДР героическому городу на Волге. В последующие годы в СССР сооружаются еще большие планетарии в Ленинграде и Риге («Земля и Вселенная», № 2, 1965 г., стр. 70—74.—Ред.).

В промышленном районе Народной Польши вблизи Катовице в 1955 году был построен Шленский планетарий. Он расположен на возвышенности в Воеводском парке культуры и отдыха и представляет великолепное зрелище для посетителей, поднимающихся по длинной живописной лестнице. Внешне здание напоминает Сатурн. Служебные помещения и лаборатории астрономической обсерватории, примыкая к планетарию, образуют огромное кольцо. Его венчает астрономическая башня. Во внутреннем дворе этого сооружения — гигантские солнечные часы. Планетарий и обсерватория носят имя Николая Коперника. Монументальная скульптура великого польского ученого возвышается перед зданием планетария.

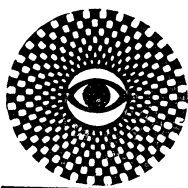
Еще два европейских планетария были открыты в Праге в ноябре 1960 года и в Лиссабоне в июле 1965 года.

Появляются новые планетарии и в Азии. В сентябре 1957 года рядом с обсерваторией и метеорологической станцией был сооружен Пекинский планетарий.

В июне 1960 года открылся один из

■ Планетарий в Калькутте (Индия) с залом, рассчитанным на 500 мест. Открылся в сентябре 1962 года

■ Планетарий в Сан-Пауло (Бразилия), построенный в 1957 году



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ

Астрономические явления в 1976 году

наиболее модернистских планетариев в Акаси (Япония). Рядом с планетарием построена башня высотой 54 м. На лифте посетители поднимаются в два круглых помещения, расположенных одно над другим. Отсюда открывается вид на море. Наверху башни разместились обсерватория, целостат солнечного телескопа, здесь же — отметка меридиана для «среднего японского времени», которое, кстати, принято еще в 1886 году. На башне — большие часы, которые ночью освещаются и хорошо заметны издалика.

В Калькутте (Индия) планетарий сооружен на средства текстильного треста «Бирла» и потому называется Бирла-планетарий. Он был открыт в сентябре 1962 года.

Планетарий Коломбо (Шри Ланка) располагается в прекрасном помещении с кондиционированным воздухом. Это — «идеальный театр неба». Планетарий, принадлежащий Министерству просвещения, начал работать в феврале 1965 года. Открыты планетарии в Индонезии и Таиланде.

Сооружены новые планетарии на Американском континенте — в Канаде, Мексике, Бразилии, Аргентине, Колумбии, Венесуэле — и в Африке.

Сейчас в Европе действуют 23 больших планетария, в Азии — 10, в Африке — 2, в Америке — 33 (из них 21 в США), причем в них установлены не только цейссовские аппараты, но и аппараты, сконструированные в США и Японии. Сеть планетариев расширяется. В ближайшие годы в других странах будут открыты эти замечательные наглядные астрономические пособия, предназначенные донести до зрителей науку о Вселенной.

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ. В 1976 году произойдут два солнечных затмения. **Кольцеобразное солнечное затмение 29 апреля** будет видно в Армянской, Азербайджанской, Туркменской, Узбекской и Таджикской союзных республиках.

Обстоятельства видимости кольцеобразного солнечного затмения 29 апреля 1976 года в городах СССР (время московское)

Город	Начало частного затмения	Начало кольцеобразного затмения	Продолжительность кольцеобразной фазы	Конец частного затмения
Ереван	12 ^ч 46 ^м 7 ^с	14 ^ч 28 ^м 6 ^с	2 ^м 48 ^с	16 ^ч 00 ^м 9 ^с
Баку	12 58,9	14 38,8	—	16 06,7
Красноводск	13 06,7	14 42,1	3,44	16 08,4
Ашхабад	13 18,7	14 51,0	4,06	16 13,6
Душанбе	13 37,0	15 02,2	—	16 16,5
Хорог	13 41,9	15 03,0	4,43	16 17,2

Примечание: в Баку и Душанбе кольцо не замыкается.

На остальной территории Советского Союза затмение будет наблюдаться как частное. Максимальная фаза затмения в Москве 0,52 (14^ч 12^м), в Ленинграде 0,41 (14^ч 00^м), в Киеве 0,63 (14^ч 00^м), в Тбилиси 0,90 (14^ч 24^м).

Восточная граница затмения (начало при заходе Солнца) протянется от нижнего течения реки Индигирки по Якутской АССР до границы между Читинской и Амурской областями, пересечет государственную границу южнее Магдагачи и далее пройдет вблизи Пекина. Линия наибольшей фазы при заходе Солнца будет лежать недалеко от Якутска и Читы. Линия конца затмения при заходе Солн-

ца пройдет от устья Индигирки, близко от Верхоянска, Сунтара, Усть-Кута, Тулуна и Кызыла.

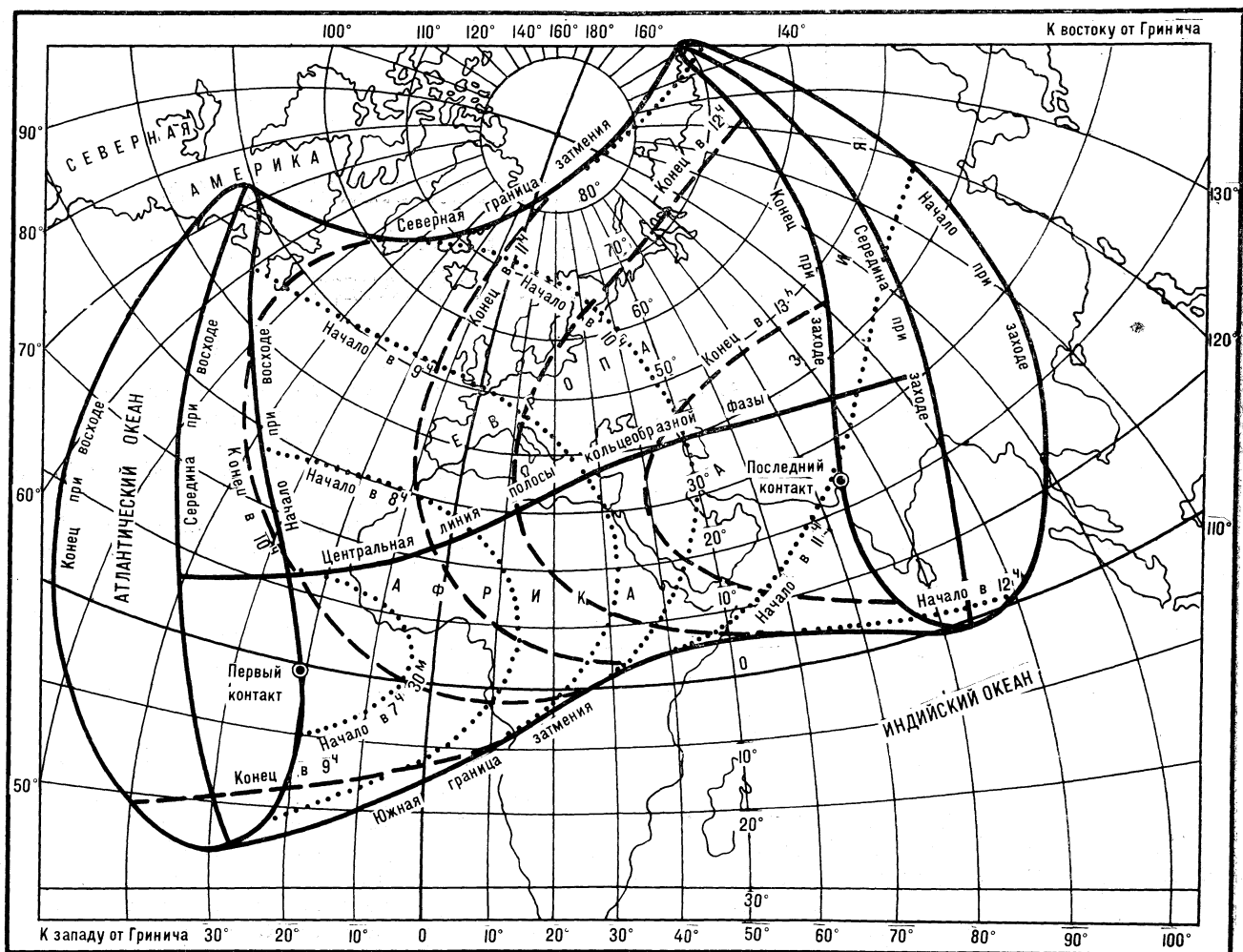
Полное солнечное затмение 23 октября 1976 года можно будет наблюдать в Индийском океане. Полоса полной фазы заденет юго-восточный берег Австралии. В СССР затмения видно не будет.

ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ. На 1976 год приходится одно частное теневое и одно частное полутеневое лунные затмения.

В ночь с 13 на 14 мая **частное теневое лунное затмение** (фаза 0,127) удастся наблюдать полностью к юго-востоку от линии, проходящей через Кольский полуостров, Финляндию и Швецию, и к юго-западу от линии, соединяющей устье Енисея с городами Норильск, Олекминск и Хабаровск. Начало частного затмения в 22^ч 16^м, конец частного затмения в 23^ч 34^м московского времени.

В ночь с 6 на 7 ноября произойдет **полутеневое затмение** (фаза 0,864). В момент наибольшей фазы (2^ч 02^м московского времени) край тени будет удален от края диска Луны на 7,5. На территории СССР затмение можно будет наблюдать к западу от Байкала.

ПЛАНЕТЫ. В первом квартале 1976 года (январь, февраль, март) высоко в южной части небосвода будут видны Марс и Сатурн. Марс находится в созвездии Тельца, Сатурн — между созвездиями Близнецов и Рака. В кульминации Марс бывает около 22^ч в январе и около 18^ч — в марте, Сатурн — около 1^ч в январе и около 21^ч в марте. Противостояние Сатурна приходится на 20 января. Марс был в противостоя-



нии 15 декабря 1975 года, а 20 января он заканчивает свое попятное движение.

Юпитер можно наблюдать по вечерам в созвездии Рыб. В середине января он заходит около полуночи, а в феврале — вечером. Во второй половине марта Юпитер заметен в лучах вечерней зари.

Венера в январе видна по утрам. В феврале и марте ее удастся наблюдать только в южных широтах СССР.

Меркурий можно обнаружить в

лучах вечерней зари в первой половине января (на всех широтах) и на фоне утренней зари — в первой и второй декадах февраля, но только в южных широтах СССР.

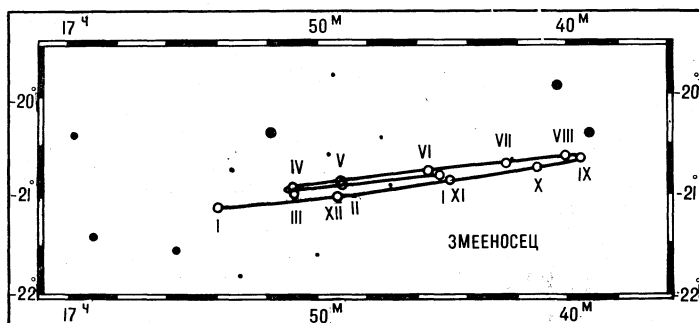
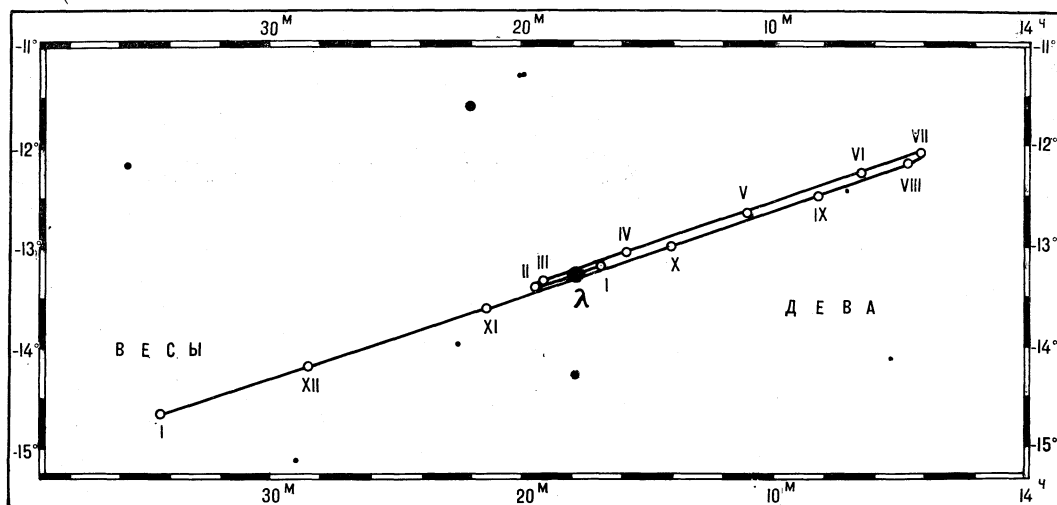
Во втором квартале (апрель, май, июнь) Марс и Сатурн видны вечером и ночью. Марс проходит прямым движением по созвездиям Близнецов, а во второй половине мая переходит в созвездие Рака. Блеск Марса в это время уменьшается до 2-й звездной величины. В первой половине июня планета заходит около полуночи, а к концу июня пропадает на светлом фоне вечерней зари. Сатурн перемещается между созвездиями Близнецов и Рака. В апреле и мае он заметен по вечерам и ночью, в июне — в лучах вечерней зари как

звезда 1-й величины. Марс перегонит его 12 мая.

Меркурий виден во второй половине апреля и в первой декаде мая вечером. В средних широтах СССР интервал между наступлением сумерек и заходом Меркурия достигает в конце апреля своего наибольшего значения — 1,5 часов, в южных широтах несколько меньше — 1,3 часа. В середине второй половины июня в южных широтах СССР Меркурий можно найти в лучах утренней зари. В тех же широтах в первой половине апреля можно наблюдать и Венеру утром. 18 июня она будет находиться в верхнем соединении с Солнцем.

Юпитер с середины июня появляется тоже в лучах утренней зари, однако угловые расстояния между

■
Обстоятельства видимости кольцеобразного солнечного затмения 29 апреля 1976 года. (Время на карте Всемирное. Чтобы перевести его в московское, нужно прибавить 3 часа)



Юпитером, Меркурием и Венерой велики — более 15° .

Уран будет находиться в противостоянии 25 апреля в восточной части созвездия Девы, Нептун — 3 июня в южной части созвездия Змееносца. Эти планеты можно увидеть в светосильный бинокль.

В третьем квартале (июль, август, сентябрь) наступают благоприятные условия для наблюдения Юпитера. Он располагается в созвездии Тель-

ца, в конце июля проходит прямым движением в 5° южнее Плеяд. В июле он восходит около полуночи, а в августе и сентябре хорошо виден поздно вечером и ночью в восточной части небосвода.

Во второй половине августа и в сентябре по утрам можно наблюдать Сатурн в созвездии Рака.

Меркурий на протяжении всего третьего квартала не виден вообще, Венеру в южных широтах СССР можно отыскать в лучах вечерней зари. Марс практически не заметен из-за слабого блеска и яркого фона вечерней зари.

В четвертом квартале (октябрь, ноябрь, декабрь) высоко над горизонтом сияет Юпитер. Противостояние его наступит 18 ноября. В первой

половине ноября Юпитер пройдет попятным движением по созвездию Тельца в 6° южнее Плеяд, в конце декабря он возвратится в созвездие Овна.

Сатурн в октябре восходит раньше полуночи и до конца года его можно наблюдать поздним вечером и ночью в созвездии Рака.

Меркурий виден в лучах утренней зари в первой и второй декадах октября, в лучах вечерней зари — во второй половине декабря.

Венера в ноябре и декабре можно заметить в лучах вечерней зари. **Марс** не виден.

В. С. ЛАЗАРЕВСКИЙ

Видимый путь Урана в 1976 году. На карту нанесены звезды до 7,5 величины

Видимый путь Нептуна в 1976 году. На карту нанесены звезды до 8,5 величины

«Девять писем одного года»

Так называется поставленная киностудией Центрнаучфильм новая киноповесть о событиях нашего времени (режиссер С. Ройтбурт). Фильм рассказывает о том, как люди, вначале просто интересующиеся наукой, в частности астрономией, становятся любителями, а затем хорошими специалистами.

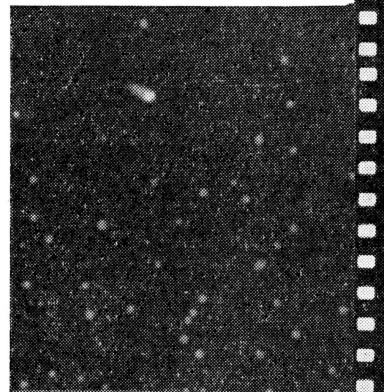
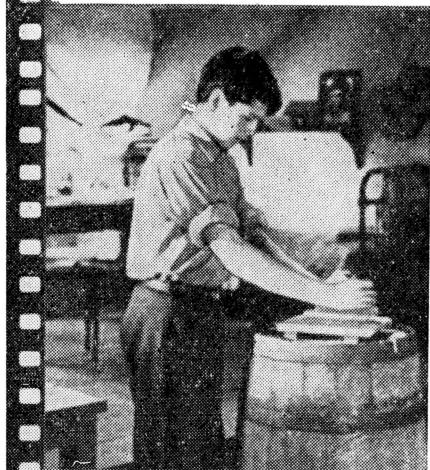
Сюжет фильма основан на реальных событиях. Школьник, увлеченному астрономией, попадаетея книга М. С. Навашина об изготовлении самодельного телескопа. Он решает взяться за постройку телескопа и пишет автору книги письмо, строки которого в фильме читает диктор: «Здравствуйте, товарищ М. С. Навашин. Извините, пожалуйста, за беспокойство. Я прочел Вашу книгу «Самодельный телескоп-рефлектор», и она произвела на меня огромное впечатление. Я очень люблю астрономию и желаю принести хоть какую-то пользу любимой науке...

...Мне удалось пока достать старый 2-дюймовый объектив от перископа и с его помощью я до сих пор совершаю «прогулки» по звездному небу. Астрономию за десятый класс я изучил еще в прошлом году и твердо решил стать астрономом...

...Между тем предстоит великое противостояние Марса (1956 год.— А. П.), когда можно будет принести пользу науке. Поэтому я также решил сделать 8-дюймовый телескоп-рефлектор...».

Девять писем школьника из Сызрани Анатолия Черепашука легли в основу сценария. В фильме отражены

Кадры из фильма «Девять писем одного года»



но развитие любительского телескопостроения в нашей стране, немало важная общественная роль и помощь, которую оказывает телескопостроителям Всесоюзное астрономо-геодезическое общество. Членом этого общества становится и герой фильма.

Фильм наглядно демонстрирует чисто технические моменты изготовления в домашних условиях весьма серьезного и точного инструмента, показывает, какие успехи и неудачи постигали героя в его работе, повествует о товарищеском участии и помощи специалистов и более опытных любителей.

Известно, что и любители нередко делают астрономические открытия. «Повезло» и герою фильма: «...У меня произошло событие, если это только не иллюзия и не какой-нибудь блик в окуляре. 29 марта в 21 час я «прогуливался» со своим новым рефлектором по небу. Мое внимание привлекло маленькое пятнышко в звездном скоплении Плеяды... Сомнений не было: найден новый объект! Однако богатый опыт таких «открытий» пока удержал меня от поспешных выводов. На следующий день я в то же время снова навел телескоп на Плеяды и чуть не вскрикнул от изумления! В поле зрения моего телескопа виделась комета...»

На экране: юноша с большим нетерпением листает журнал, останавливается на странице с отчеркнутым абзацем: «А. Черепашук открыл комету с координатами...»

Как бывает только в кино, кадры моментально переносят зрителя в сегодняшний день. Старший научный сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, кандидат физико-математических наук Анатолий Михайлович Черепашук вместе с другими молодыми учеными получает премию Ленинского комсомола 1974 года.

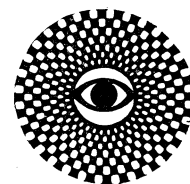
Можно надеяться, что фильм будет с интересом воспринят зрителями, особенно теми, кто стремится к познанию окружающей нас природы, причуд звездного неба, глубин Вселенной. Он подскажет молодым пути в большую науку.

А. Н. ПОДЪЯПОЛЬСКИЙ

Совещаются активисты юношеских научных обществ

В марте 1975 года в Москве проходил первый Всероссийский слет актива научных обществ учащихся, организованный по инициативе Министерства просвещения РСФСР, ЦК ВЛКСМ, ВСНТО и правления общества «Знание» РСФСР. Слет открылся в Московском городском Дворце пионеров и школьников. Министр просвещения РСФСР А. И. Данилов, секретарь ЦК ВЛКСМ З. Г. Новожилова, дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт Н. Н. Рукавишников и другие выступавшие на открытии подчеркивали, что основная цель ученических научных обществ состоит в том, чтобы научить ребят творчески мыслить.

Секция астрономии и космонавтики — одна из девяти секций слета — работала во Дворце пионеров и в Московском планетарии. Ребята представили около 40 докладов, 16 из них были зачитаны на заседаниях секции. Это были не только рефераты по различным вопросам астрофизики, но и модели (макеты). Действующий макет, изготовленный краснодарцами Сергеем Луговым и Андреем Частиковым, дает представление об успехах нашей страны в покорении космоса. Макет, который ребята назвали «Эра космическая», изображает космический корабль с открытой кабиной. В иллюминатор кабины поочередно видны космические аппараты, начиная с первого искусственного спутника Земли и кончая совместным полетом кораблей «Союз» и «Аполлон». Кабина оснащена аппаратурой, имитирующей



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ

полет, сигнальными устройствами, предупреждающими, когда мимо «пролетает» космический корабль или спутник, и аппаратурой для наблюдений. Создатели макета «Эра космическая» получили авторские свидетельства патентного бюро журнала «Юный техник». В настоящее время макет экспонируется на ВДНХ в павильоне юных техников.

Авторские свидетельства патентного бюро журнала «Юный техник» получили также московские школьники Олег Иваненко и Женя Кузьмин за модель космического комплекса для исследования других планет и юные астрономы из города Перми за самодельную установку для фотографирования неба.

Многие работы юные астрономы проводят по заданиям научных центров. Например, ребята из кружка астрофизики Московского Дворца пионеров проводили исследования переменных звезд. Они получили возможность работать с обширной стеклянной библиотекой ГАИШ. Результаты оценок блеска обрабатывались на ЭВМ и публиковались в бюллетене «Переменные звезды».

По заданию Иркутской астрономической обсерватории С. Язев, Е. Волгова и Е. Колесникова определяли угловое расстояние между штрихами микрометра зенит-телескопа Иркутской обсерватории. Эти измерения будут использоваться при обработке широтных наблюдений.

Получивший первую премию журнала «Квант» доклад А. Мальцева (Калининград) о гравитационном коллапсе вызвал оживленные дискуссии и показал, что юные астрономы интересуются самыми современными проблемами астрофизики.

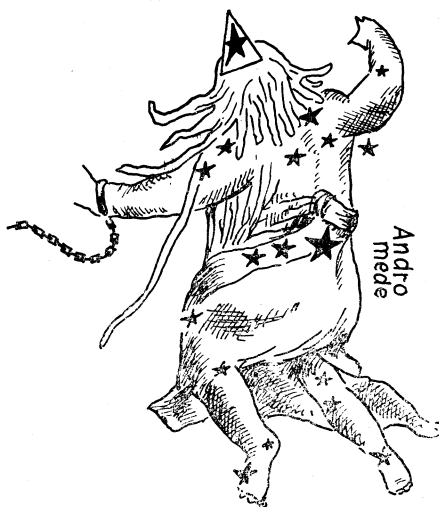
Второй премией журнала «Квант» награждена работа челябинских школьников А. Сычикова, Е. Карнауховой и И. Купреевой «Физические характеристики кометы 1973 f». На основе 150 оценок интегрального блеска ребята вывели кривую изменения блеска и определили фотометрические параметры кометы. Авторы работы рассчитали размеры ядра ко-

меты, а также оценили количество газа и пыли в голове кометы.

Третьей премией журнала «Квант» отмечен доклад москвичей Власова, Волкова и Блоха, в котором обобщались данные о серебристых облаках, собранные ребятами в летних экспедициях. Этой же теме — изучению серебристых облаков — были посвящены доклады членов Ярославского общества любителей астрономии, которые провели 21 экспедицию по наблюдению серебристых облаков, и школьников из Новосибирска, где патрулирование облаков проводится с 1963 года. Заведующий отделом серебристых облаков московского отделения ВАГО В. А. Ромейко предложил юным астрономам провести летом этого года патрульные наблюдения по единой программе.

Премиями и грамотами награжден ряд коллективов и кружков юных астрономов. Премией журнала «Квант» награждена секция астрономии и космонавтики юношеского научного общества Московского городского Дворца пионеров и школьников. Грамотами отмечена работа школьного научного общества г. Калининграда (школа № 32), школьного научного общества г. Верещагино Пермской области (школа № 1), общества любителей астрономии г. Крымска Краснодарской области и Ярославского общества любителей астрономии.

М. А. БИРНОВ



Легенды о звездном небе

Андромеда

Это созвездие северного неба в наши дни стало особенно популярным. Соседняя с нами галактика в созвездии Андромеды привлекает пристальное внимание не только астрономов, но и писателей-фантастов. Не менее примечательно созвездие и своим легендарным названием.

Андромеда — персонаж трогательно поэтического древнегреческого мифа, в котором выступают и другие античные герои, увековеченные в названиях созвездий, — Персей, Пегас, Цефей, Кассиопея.

Однажды Кассиопея, супруга царя Эфиопии Цефея, похвалялась перед морскими нимфами — nereидами, что она и ее дочь Андромеда прекраснее даже самой богини Геры. Дочери Нереев, любимицы владыки морей Посейдона, разгневались и попросили могучего покровителя наказать Кассиопею.

Посейдон затопил землю Эфиопии и послал морское чудовище в образе Кита опустошить страну и уничтожить людей. Испуганные Цефей и Кассиопея обратились к оракулу святилища Зевса — Аммона за помощью. И тот посоветовал принести в жертву Андромеду. Только так они смогут спасти страну и свой народ.

Андромеду приковали цепями к скале, и она стала ждать своей печальной участи. А в тот час над Эфиопией пролетал на крылатом коне Пегасе Персей — сын Данаи и Зевса. Он возвращался домой после победы над ужасной Медузой Горгоной, от взгляда которой все превращалось в камень. Теперь голова Медузы лежала в сумке Персея. Увидев красавицу, прикованную к скале, Персей кинулся ее защищать от надвигавше-



Первый выход человека в космос

гося из морских пучин чудовища. Трижды вонзал Персей свой меч в тело Кита, но Кит не слабел, а наоборот, становился сильнее и чуть не погубил героя. Уже изнемогая, Персей выхватил из сумки голову Медузы и показал ее Кита. Тот мгновенно окаменел, превратившись в остров. Персей освободил от оков прекрасную пленницу.

И боги, как гласит предание, в наизидание людям вознесли всех героев мифа на небо, превратив в созвездия. На старинных картах к северу от Андромеды изображена Кассиопея, несколько дальше — Цефей, а у ног Андромеды — ее освободитель Персей. Далее за созвездиями Овна и Рыб распластал свое неуклюжее туловище Кит. И светит блистательная Андромеда тысячелетия, хотя уже не раз ее пытались уничтожить или потеснить.

В VIII веке английский церковник Беда и еще несколько теологов хотели убрать богопротивные языческие названия созвездий и предлагали Андромеду именовать Гроб господен, а Персея — созвездием святого Павла.

В XVIII веке немецкий астроном И. Боде верноподданически назвал часть созвездия Андромеды в честь прусского императора — Регалии Фридриха. Как заметил по этому поводу известный немецкий астроном Г. Ольберс, Андромеда, чтобы уступить место Регалиям Фридриха, вынуждена была отодвинуть «левую руку» с места, которое она занимала три тысячи лет. Но астрономы, подобно Персею, защитили Андромеду.

И. И. НЕЯЧЕНКО

Прошло десять лет с тех пор, как 18 марта 1965 года с космодрома Байконур стартовал советский космический корабль «Восход-2» с Павлом Ивановичем Беляевым и Алексеем Архиповичем Леоновым на борту. На втором витке полета в одиннадцать часов тридцать минут А. А. Леонов в специальном скафандре с автономной системой жизнеобеспечения покинул космический корабль и через шлюзовую камеру вышел в открытый космос. В открытом космосе А. А. Леонов находился в течение 12 минут, временами удаляясь от корабля на 5 м.

Выступая на митинге, посвященном встрече космонавтов, Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев так охарактеризовал этот полет: «Трудно назвать какой-либо другой научный эксперимент, когда сразу проверялось бы и успешно выдержало проверку столько важнейших научных и технических проблем и решений. Нужно было проверить правильность метода и надежность конструкций, позволивших товарищу Леонову выйти из герметической кабины в космическое пространство и войти обратно. Нужно было проверить, способен ли человек в космосе в состоянии невесомости сохранять ориентировку, выполнять научные наблюдения и совершать достаточно сложные действия. Нужно было оценить удобство для работы и надежность скафандра, который защищал бы космонавта от перегрева солнечными лучами, от космических излучений и не стеснял бы при этом свободу его действий. Нужно было провести ряд уникальных биологических наблюдений о влиянии космической

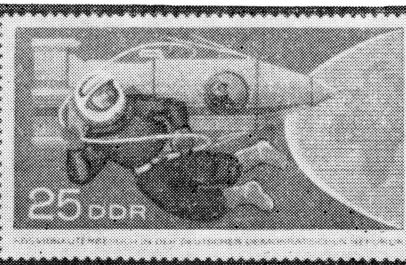
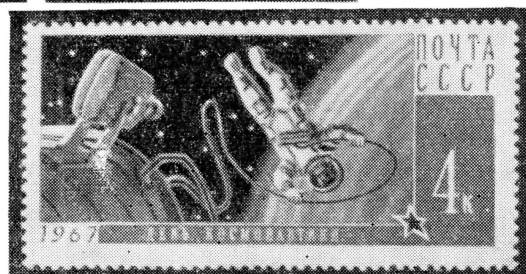
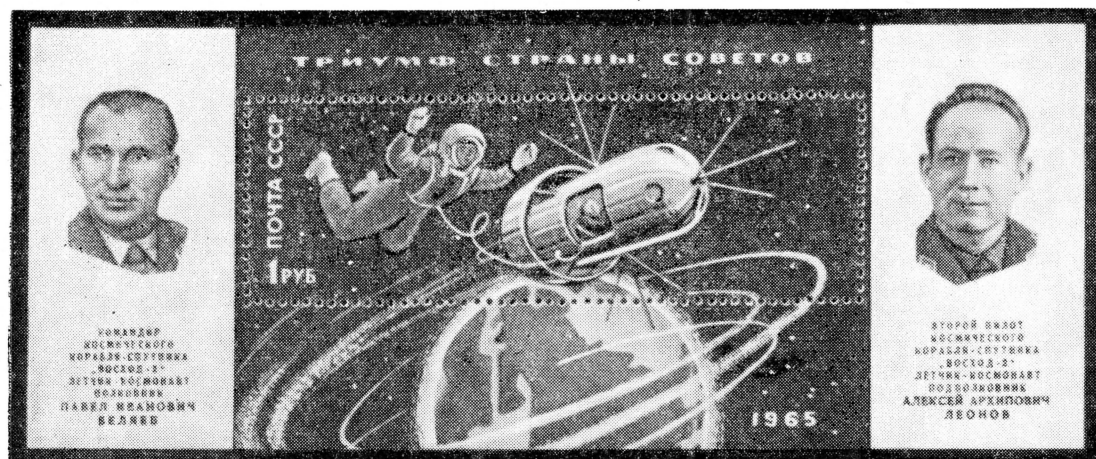
среды на организм человека. Все это сделано, товарищи, — и сделано успешно».

В марте 1965 года Министерство связи СССР выпустило первую марку (с зубцами и без зубцов), посвященную этому полету. На ней изображен Алексей Леонов, летящий рядом с кораблем «Восход-2», справа надпись: «Впервые осуществлен выход человека из корабля «Восход-2» в космическое пространство. 18 марта 1965 года».

В апреле был выпущен почтовый блок с портретами П. И. Беляева и А. А. Леонова и рисунком, изображающим Леонова рядом с кораблем. Земной шар на марке опоясан орбитами космического корабля. На этом блоке, как и на двух первых марках, есть, к сожалению, неточности. Художник изобразил корабль с открытым выходным люком, через который виден оставшийся в нем Павел Беляев. В действительности, конечно, корабль в момент выхода Алексея Леонова не разгерметизировался. Кроме того, на марке космонавт держит в руках киноаппарат, а на самом деле киноаппарат был укреплен на корпусе корабля и автоматически запечатлевал картину выхода человека в космос, количество витков на марке превосходит то, которое совершил корабль к моменту выхода Леонова и его возвращения.

В мае 1965 года вышли еще две марки с портретами обоих космонавтов в гермошлемах и датами полета.

В последующие годы ко дню космонавтики филателисты пополнили свои коллекции тремя новыми марками. На марке 1967 года Алексей



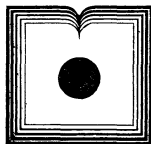
Леонов — вблизи корабля перед кинокамерой, регистрировавшей его свободный полет. Марка 1968 года вышла с купоном, на котором написано: «18.III.65 г. Впервые в мире советский космонавт совершил выход из корабля в космическое пространство». В 1971 году на одной из четырех марок юбилейного блока к 10-летию полета Ю. А. Гагарина — вновь А. А. Леонов в открытом космосе. Наконец, в 1972 году в серии из шести марок, посвященных 15-летию с момента запуска первого искусственного спутника, вышла марка, воспроизводящая картину А. А. Леонова «Над Черным морем». В правой части марки показан монтаж будущей крупной орбитальной космической станции. Ныне поступила в обращение марка, посвященная 10-летию выхода А. А. Леонова в открытый космос. Событие это стало сюжетом многих марок и блоков, выпущенных в Болгарии, Венгрии, Чехословакии, Румынии, Германской Демократической Республике, Югославии, Демократической Республике Вьетнам, Монголии, Йемене и некоторых других странах.

Так, например, после успешного завершения полета герои-космонавты Беляев и Леонов в том же году, по приглашению правительства Германской Демократической Республики посетили эту страну. В честь их визита в ГДР был выпущен триптих. Перед этим поступила в обращение марка с портретами обоих космонавтов.

В Болгарии в 1965 году была отпечатана серия из двух почтовых марок.

В 1971 году в Монголии вышла серия из восьми марок, посвященных крупнейшим событиям в области космонавтики. На одной из них мы видим А. А. Леонова рядом с космическим кораблем. Аналогичная композиция изображена на кубинской марке, выпущенной в 1972 году в серии из семи марок, посвященных истории советской космонавтики.

В. А. РУДОВ



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Звездные атласы Михайлова

Начало серии хорошо известных всем любителям астрономии «михайловских атласов» было положено в 1920 году, когда вышел «Атлас северного звездного неба», составленный А. А. Михайловым. В том же году появилось второе, дополненное издание «Звездного атласа» (его еще называют «малым михайловским атласом»). В 1974 году серия пополнилась новым «Атласом звездного неба. 20 карт со всеми звездами до 6,5 величины на обоих полушариях для равноденствия 1950.0 с приложением полного каталога всех изображенных на картах звезд и объектов». Атлас издан Главной астрономической обсерваторией АН СССР в Ленинградском отделении издательства «Наука».

Новое издание удачно заполняет собой пробел между «большим атласом» А. А. Михайлова (третье издание, 1969 г.), представляющим звезды всего неба до 8,25 величины также на 20 картах большого формата и в том же расположении, что и новый, и его «малым атласом», содержащим на своих четырех картах все звезды до 5,5 величины севернее склонения -40° (в четвертом издании, 1965 г. севернее склонения -50°). Кроме того, новое издание весьма полезно для ориентировки в картах «большого атласа».

Полный каталог всех имеющихся в новом атласе звезд (около 8 500) содержит, помимо координат, визуальные величины и спектральные классы звезд. В отдельных таблицах собраны двойные и переменные звезды: 149 переменных с амплитудой больше 0,3 величины и 748 двойных. Указаны тип, период и пределы ко-

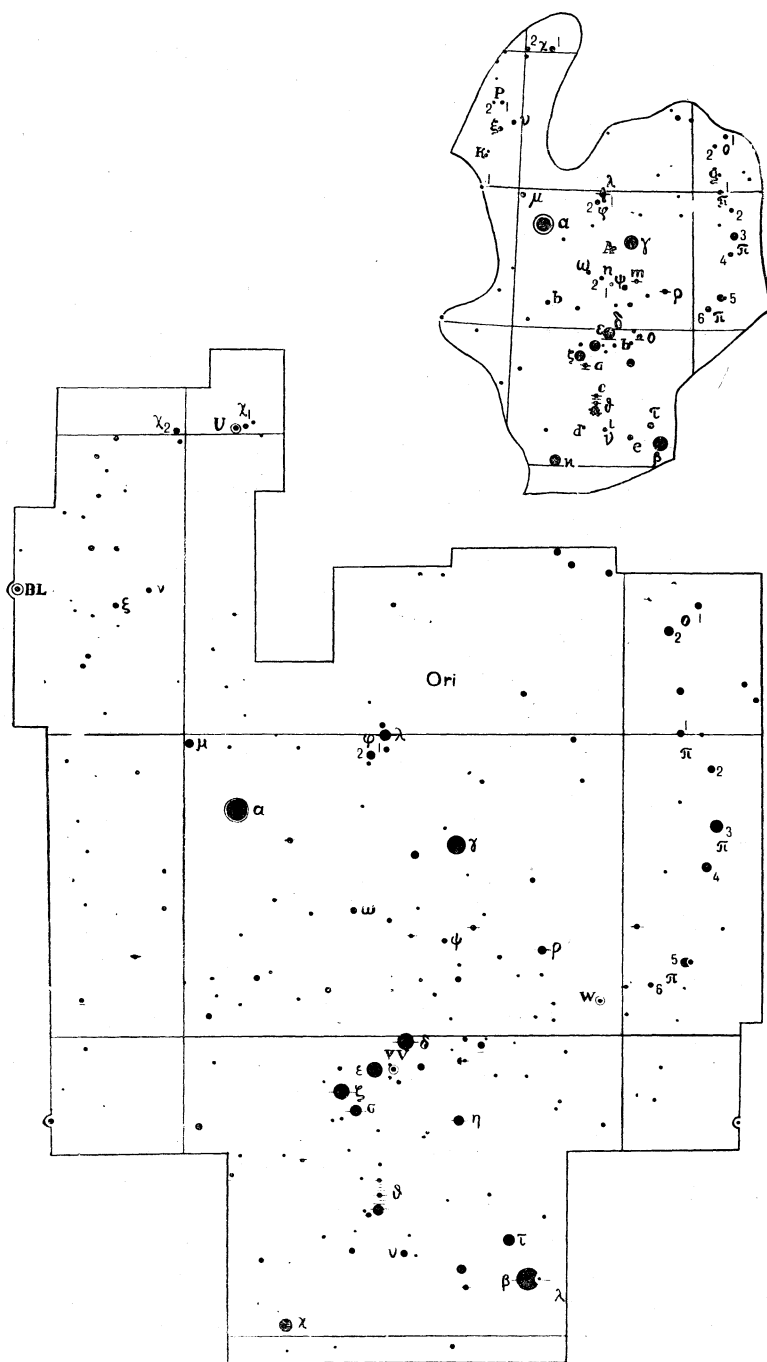
лебаний блеска для переменных, звездные величины и расстояния для двойных, то есть все данные, необходимые для составления программы наблюдений или отождествления с заподозренными объектами на небе. Естественно, что звездная величина 6,5 ограничивает блеск переменных в максимуме и суммарную звездную величину двойных. В «Список близких между собой звезд» включены 120 пар, расстояние между которыми доходит до $13'$. Перечень 100 скоплений и туманностей несколько выходит за формальные пределы для звездной величины, но зато демонстрирует наиболее замечательные объекты на всем небе. Таблицы прецессии за 100 лет завершают это издание.

Листы карт отпечатаны в три краски: черной — сетка координат и все объекты, красной — обозначения звезд, туманностей и скоплений, сетка границ созвездий и их сокращенные латинские названия. Бледно-синей краской отмечена пятнистая структура Млечного Пути. Столь же выразительно обрисованы Магеллановы Облака. Так как границы созвездий совпадали с небесными параллелями и кругами склонения эпохи равноденствия 1875 года, отчетливо видно их прецессионное смещение относительно сетки экваториальных координат 1950 года. К сожалению, на некоторых картах (например, на карте № 16) красная печать слегка смещена по отношению к черной.

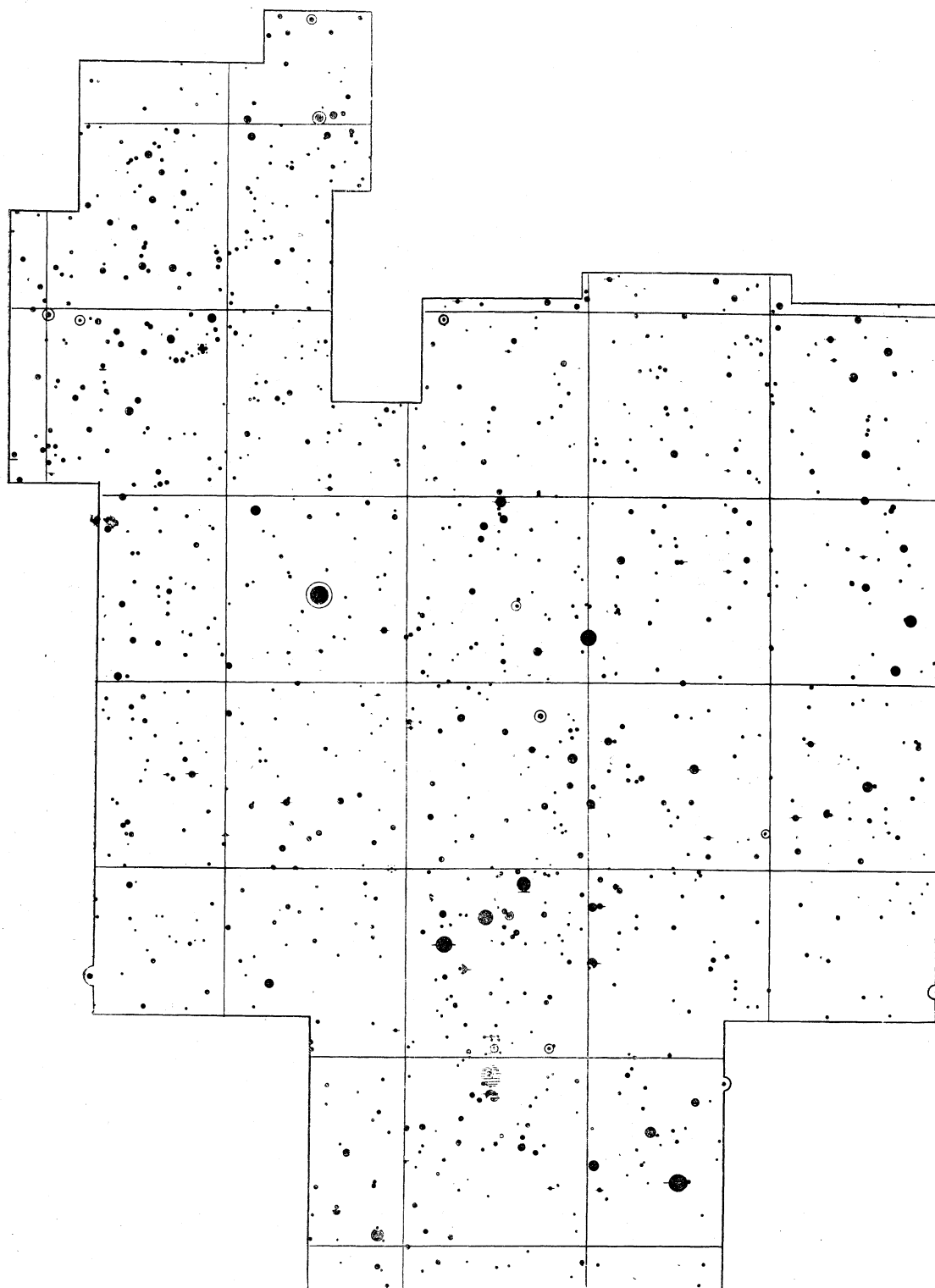
Особыми значками отмечены переменность, двойственность, «близость», а также шаровые и рассеянные скопления, туманности и планетарные туманности. К сожалению, га-

лактики не имеют собственного знача и отличить их от туманностей можно, лишь сверив со списком. Впрочем, иногда и там нет бесспорного ответа, поскольку слово «галактика» отсутствует в списке и, например, природу «Б. туманности Андромеды» и «Б. туманности Ориона» можно различить, только взглянув на них в телескоп, либо обратившись к другим источникам. Название «спиральная туманность» в трех случаях помогает делу. Хотелось бы около каждого условного значка скопления или туманности найти их обозначения (номера в каких-либо каталогах).

А. А. Михайлов еще в 1911 году серьезно занимался теорией картографических проекций, в частности развитием теории равнопромежуточных конических проекций («Историко-астрономические исследования», VII, 1961 г., стр. 178). Разработанный им тогда вариант этих проекций для случая параллелей равной длины давал наименьшие квадратические ошибки. Более полувека тому назад А. А. Михайлов изложил свои взгляды на звездную картографию в статье «О составлении звездных карт» («Известия Русского астрономического общества», XXIV, 1—9, 1922 г.). К этой проблеме он не раз возвращался. Ему принадлежит особая «проекция Михайлова» для подвижных звездных карт. В «Звездном атласе» 1952 года он предложил улучшенную проекцию, в издании 1958 года — новую проекцию на секущем цилиндре. Почти каждое издание «атласов Михайлова» было связано с пересмотром и дополнением всего входящего в них материала и с исполь-



Карты созвездия Ориона. Они заимствованы из звездных атласов, составленных А. А. Михайловым, — атласа северного неба и атласов, содержащих звезды до 6,5 и 8,25 величины



зованием улучшенных картографических проекций.

Карты нового «Атласа звездного неба» выглядят элегантно, градация звездных величин выбрана очень удачно, что представляется весьма важным, так как приближает карту к виду звездного неба (хотя и дает его негативное изображение).

Проведенная А. А. Михайловым громадная работа не могла обойтись без нескольких «пятен на Солнце». Так, на карте № 2 звезда с координатами $2^{\text{h}}19^{\text{m}}+55^{\circ},6$ ошибочно обозначена χ , тогда как в каталоге правильно указано, что это — ι Per; на карте № 13 под звездой 5,5 величины с координатами $22^{\text{h}}48^{\text{m}}+7^{\circ},8$ замаскировалась какая-то марашка; на той же карте звезду 4,8 величины $104\text{ A}^2\text{Aqr}$ ($23^{\text{h}}39^{\text{m}},7-18^{\circ},1$) следовало снабдить чертой под ее изображением, поскольку у нее есть близкий спутник 5,6 величины — $103\text{ A}^1\text{Aqr}$; на карте № 14 звезда ι Eri ($3^{\text{h}}51^{\text{m}},7-34^{\circ},53$) имеет еще одно, более привычное обозначение σ . Подобные мелочи, конечно, не могут испортить прекрасного впечатления от нового атласа.

Мы должны поздравить академика А. А. Михайлова и многочисленных любителей астрономии (в число которых должны быть зачислены также и все астрономы-профессионалы, не правда ли?) с выходом этого весьма привлекательного и очень полезного младшего члена большой семьи «михайловских атласов».

Доцент П. Г. КУЛИКОВСКИЙ

«КОСМОНАВТИКА, АСТРОНОМИЯ» В 1976 ГОДУ

В брошюрах серии «Космонавтика, астрономия» Всесоюзного общества «Знание» рассказывается о проблемах изучения и освоения космоса, успехах астрономии и астрофизики, создании и запусках космических аппаратов и кораблей.

Серия рассчитана на студентов и преподавателей вузов и техникумов, учащихся старших классов, учителей средних школ, а также на читателей, интересующихся космонавтикой и астрономией.

Брошюры в розничную продажу поступят в ограниченных количествах и будут распространяться в основном по подписке (индекс Союзпечати — 70101).

В 1976 году подписчики получают 12 брошюр. Среди них:

Н. И. Шакура. Нейтронные звезды и «черные дыры» в двойных звездных системах.

К. Д. Бушув. Результаты ЭПАС.

А. В. Засов. Галактики.

В. Г. Тейфель. Юпитер и Сатурн — гиганты Солнечной системы.

В. И. Левантовский. Транспортные космические системы.

Г. Е. Кочаров. Ядерные реакции на Солнце.

Выйдет несколько сборников статей под такими названиями, как, например, «15 лет со времени первого полета человека в космос», «Современные проблемы астрофизики», «Современные достижения космонавтики».

Е. Ю. ЕРМАКОВ

НОВЫЕ КНИГИ

ШКОЛЬНИКАМ — О КОСМОНАВТИКЕ

В 1975 году издательство «Промсвещение» выпустило пособие для учащихся «Основы космонавтики» (автор А. Д. Марленинский). Книга написана в соответствии со школьной программой по факультативному курсу «Основы космонавтики» и содержит девять следующих глав: «Космонавтика и ее история», «Движение и устройство ракет», «Свободное движение ракеты в поле тяготения», «Движение ракеты под действием силы тяги», «Искусственные спутники Земли», «Полеты к Луне и планетам», «Условия космических полетов», «Научное и практическое использование космонавтики», «Перспективы космонавтики».

Опираясь на имеющиеся у учащихся знания по физике и математике, автор дает возможность учащимся познакомиться со многими важными вопросами ракетной техники и элементами теории космических полетов. В книгу включен ряд задач и упражнений, позволяющих школьникам применить новые для них формулы.

КНИГА О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЛУНЫ

Астрономам, геофизикам и геохимикам предназначена монография Е. Л. Рускол «Происхождение Луны» («Наука», 1975 г.). Автор монографии поставила перед собой цель «разработать такую теоретическую модель образования Луны, которая, во-первых, была бы совместима как с ранее известными данными о Луне, так и с факторами, полученными в последнее время путем прямого освоения Луны; во-вторых, согласовывалась бы с историей лунной орбиты, испытавшей значительные изменения вследствие приливного трения; в-третьих, вписывалась бы в процесс образования Земли» (имеется в виду физико-механическая модель образования и эволюции Земли, разработанная исходя из идей О. Ю. Шмидта в Институте физики Земли АН СССР. — Прим. ред.).

Содержание книги раскрывается в ее следующих шести основных главах: «Данные о Луне», «Приливная эволюция системы Земля — Луна», «Различные гипотезы о происхождении Луны», «Образование околоземного спутникового роя во время аккумуляции Земли», «Аккумуляция Луны в околоземном рое», «Образование спутников у других планет Солнечной системы».

ФИЗИЧЕСКАЯ КОСМОЛОГИЯ

Книгу с таким названием выпустило издательство «Мир» в 1975 году. Автор книги — известный американский теоретик П. Пиблс. Перевел книгу с английского кандидат физико-математических наук Г. С. Бисноватый-Коган. Книга выпущена под редакцией академика Я. Б. Зельдовича и доктора физико-математических наук И. Д. Новикова. Характеризуя книгу, редакторы перевода пишут: «Пиблс в сжатой, яркой и доступной форме излагает достижения астрономии XX века. Автор назвал свою книгу «Физическая космология», подчеркивая термин «физическая». Именно физический подход к рассматриваемой проблеме отличает книгу от обзоров по космологии, выходивших в течение десятилетий после создания советским математиком А. А. Фридманом основ современной теоретической космологии».

Вот названия семи глав книги: «Счастливые дни космологии 1912—1950 гг.», «Однородность и изотропия Вселенной», «Постоянная Хаббла и временная шкала эволюции Вселенной», «Микроволновой фон и теория горячей Вселенной», «Детский сад» космологических моделей, «История Вселенной. Сценарий», «Первичный гелий».

В основу своей книги Пиблс положил курс лекций, прочитанный им в Принстонском университете. Русский перевод книги, снабженный примечаниями редакторов и дополненный ссылками на работы совет-

ских ученых, адресован студентам и аспирантам, астрономам и физикам, а также широким кругам научных работников, интересующихся проблемами космологии.

МИРОВОЙ ОКЕАН — «ЖИВАЯ КЛЕТКА»

Недавно вышла книга В. Л. Лебедева, Т. А. Айзатулина и К. М. Хайлова «Океан как динамическая система» (Гидрометеоиздат, Л., 1974 г.).

Книга состоит из предисловия, четырех глав и заключения. Введение, написанное В. Л. Лебедевым, озаглавлено: «Можно ли рассматривать океан как систему?». В нем океан сравнивается с живой клеткой и показано, что это не парадокс.

Первая глава — автор В. Л. Лебедев — названа «Физические системы океана». В ней анализируются с точки зрения термодинамики силы, приводящие в движение воды океанов с учетом завихренности.

Вторая глава написана Т. А. Айзатулиным. Она называется «Химия и жизнь океана». Здесь рассмотрены молекулярная структура воды, аномалии природной воды, в частности, аномалии температур фазовых переходов, показано, почему воду в природе, и в особенности морскую, следует считать сложной динамической системой.

В начале третьей главы, составленной К. М. Хайловым при участии Т. А. Айзатулина, океан представлен как биостат. Если искусственно будет изъята часть его химических веществ или живых организмов, то вернется ли океан к стабильности? Так авторы переходят к последующим разделам главы, где прежде всего разъясняется элементарная биологическая система: пища — популяция — метаболиты. Затем рассматриваются пищевые цепи океана; уделяется внимание развитию бактериофлоры на поверхности частиц детрита; в качестве примера показывается реальная трофическая цепь Баренцева моря; дается поня-

тие об экосистеме. Наконец, ставится вопрос: может ли человечество повлиять на океан, как биостат?

Четвертая, самая краткая глава, написана совместно Т. А. Айзатулиным и В. Л. Лебедевым. Она называется «Мосты между системами. Плодородие. Океан как почва». В ней подробно разбираются два «моста» между динамикой Мирового океана и содержанием питательных солей и далее к продуктивности бактерий, фито- и зоопланктона. Приводится пример расчета годового хода всех этих параметров на ЭВМ.

Заключение под заголовком «Порядок против хаоса. География океана» написано всеми тремя авторами. В нем еще раз подчеркивается, что Мировой океан — саморегулирующаяся система, в которой, однако, выяснены далеко не все закономерности.

Книга интересна для океанологов, поскольку в научной литературе нет монографий об океане как динамической системе, а отдельные статьи по данному вопросу рассеяны в многочисленных журналах.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Этой проблеме посвящена монография А. М. Мостепаненко «Пространство — время и физическое познание» («Атомиздат», 1975 г.). Книга содержит три основные части. В первой части, которая называется «Пространственно-временное описание», дается понятие о самой сути проблемы, а также рассматриваются эмпирические и онтологические статусы пространственно-временных моделей.

Вторая часть книги — «Физика и геометрия» — посвящена принципу «дополнительности» геометрии и физики и анализу критериев выбора пространственно-временной модели.

В третьей части книги — «про-

НОВЫЕ КНИГИ

странство — время и развитие физических теорий — анализируются пространственно-временные представления, лежащие в основе релятивистской физики, квантовой электродинамики и физики элементарных частиц. В заключительной главе этой части книги («Развитие пространственно-временных представлений и идея связи космологии и микрофизики») рассматриваются философские и физические аспекты проблемы сингулярности, эволюции Вселенной, квантования гравитационного поля.

Один из выводов, к которому приходит автор, заключается в том, что «развитие пространственно-временного описания в ОТО и релятивистской космологии ставит множество новых вопросов, требующих уточнения понятия физического пространства — времени и критериев физической реальности, учета взаимосвязи между Вселенной и микромиром».

ОБЛИК ЮЖНЫХ МОРЕЙ СССР

В новой книге А. Н. Косарева «Гидрология Каспийского и Аральского морей» (Изд-во МГУ, 1975 г.), посвященной гидрологии Каспийского и Аральского морей, впервые обобщены имеющиеся на 1973 год материалы наблюдений. Она охватывает почти все вопросы их гидрологического режима. В книге три раздела: «Основные факторы формирования гидрологического режима», «Гидрология Каспийского моря», «Гидрология Аральского моря».

Основной логический стержень, объединяющий изложение, — это генеральная циркуляция вод, горизонтальная и вертикальная, формирующаяся полем ветра, полем плотности, конвекцией. Именно это обстоятельство позволило автору создать целостную картину гидрологического облика Каспийского и Аральского морей на современном этапе их жизни. Книга содержит много интересных и новых факти-

ческих данных, в ней проведены расчеты по разному роду схемам, моделям и т. д. Проведенный автором анализ гидрологических процессов в Каспии и Арале имеет не только региональное, но и методологическое значение.

В книге показана гидрологическая база, без которой невозможно прогнозировать будущие изменения режима Каспийского и Аральского морей, и констатируются изменения, уже происшедшие за последние десятилетия.

Книга написана на высоком научном уровне. Она представляет большой интерес для океанологов различных специальностей, а также для специалистов рыбного хозяйства, морского транспорта и для тех, кто по роду деятельности связан с исследованиями южных морей СССР.

КАК УСТРОЕНЫ И РАБОТАЮТ СПУТНИКИ «КОСМОС»

В 1975 году в издательстве «Наука» вышла книга Ю. И. Зайцева «Спутники «Космос». Спутники этой серии уже ряд лет выводятся на околоземную орбиту. Первый спутник «Космос» начал орбитальный полет 16 марта 1962 года. В 1962—1963 годах было запущено 24 «Космоса», в следующие два года — 79, в 1970 году осуществлено 72 запуска, в 1971—81, в 1973—85, в 1974—100 запусков. В октябре 1975 года общее число запущенных «Космосов» достигло 777. Неоднократно одной ракетой-носителем на орбиту выводилось до восьми спутников.

В книге рассказывается об устройстве спутников «Космос», о их бортовой служебной аппаратуре, о программе спутников серии «Космос», а также о разнообразных научных исследованиях, выполняемых этими спутниками (исследование атмосферы и магнитного поля Земли; корпускулярного и коротковолнового излучения Солнца; метеорного вещества, космических лучей, аннигиляционного гамма-излучения). Чи-

татели ознакомятся с телескопами, которыми оснащались спутники «Космос», а также узнают о некоторых технических экспериментах, выполненных с помощью «Космосов».

Книга рассчитана на широкий круг читателей.

АТМОСФЕРЫ ПЛАНЕТ

В 1975 г. издательство «Мир» выпустило книгу Р. Гуди и Дж. Уолкера «Атмосферы» (перевод с английского Н. Н. Танцовой под редакцией Г. И. Голышева). В США выпускается серия небольших по объему книг, посвященных наукам о Земле и написанных крупными геофизиками. Данная книга — одна из этой серии. Редактор перевода рекомендует ее не только геофизикам, астрономам и физикам, но и широкому кругу читателей, желающих познакомиться с современными данными о природе процессов, происходящих в атмосферах Земли и планет.

Авторы книги стремятся показать, каким путем свойства и поведение планетных атмосфер могут быть выведены из общих законов физики и химии, а также из таких данных о планетах, как химический состав их атмосфер, масса и размеры планет, скорость вращения и расстояния планет от Солнца. Содержание и структуру книги раскрывают названия ее глав: «Солнце и планеты», «Солнечное излучение и химические превращения», «Температуры атмосфер», «Планетные ветры», «Конденсация и облака», «Эволюция атмосфер».

ВВЕДЕНИЕ

Несколько лет предпринимались попытки зарегистрировать новый тип космического излучения, известного как Z-излучение. Но поскольку из-за атмосферного поглощения техника детектирования была ниже требуемого порога обнаружения, а большие ускорения при ракетных полетах препятствовали дипломникам в носовых конусах делать качественные записи, эти попытки до сих пор не увенчались успехом. Мы сообщим сейчас о первой позитивной идентификации космического Z-излучения.

Американский спутник «Зулус-1» был выведен на полярную орбиту 23 августа 1973 года с военно-воздушной базы Ванденберг. Хотя этот спутник предназначался для регистрации встречаемости перуанского птичьего гуано, один из его 312 свинцово-сульфидных ЛСД — поглощающих широкоугольных детекторов — был достаточно широкополосным, чтобы записать Z-всплеск (рис. 1). Правда, зарегистрированным оказался лишь один всплеск, но за последние годы в различных областях космических исследований была достаточно разработана статистическая теория одноразового события (ОРС), чтобы извлечь богатую информацию из такого рода явлений. (Тот факт, что ни один из других 311 спаренных детекторов, ни кто-нибудь где-либо еще не на-

Статья публикуется с любезного разрешения автора и редакции журнала «Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society». Дата поступления статьи в редакцию (1 апреля) вполне гармонирует с ее «научным» содержанием. Перевод с английского Л. М. Озерного.

Доктор Л. Либович (США)

ОТКРЫТИЕ ИСТОЧНИКА Z-1 В СОЗВЕЗДИИ ТЕЛЬЦА

Обнаружен новый (и единственный) источник космического Z-излучения. Обсуждаются возможные приложения и идентификации.

блюдал этот источник, очевидно, подтверждает его природу как ОРСа.)

ПОЛОЖЕНИЕ

Поскольку детекторы не имели временного разрешения лучшего 0,1 секунды, можно установить лишь верхний предел продолжительности всплеска. Однако предполагая, что половина всплеска происходила в первые 0,05 секунды, а половина — в оставшиеся 0,05 секунды, и зная время распространения света поперек орбиты спутника (0,1 секунды), удалось локализовать ОРС с точностью $\pm 5^\circ$. Это позволяет поместить ОРС в одно из двух пересечений больших кругов, но неопределенность может быть устранена, так как одно положение упирается в Кэмбридж (штат Массачусетс), но зато другое — чистейший Телец*.

СПЕКТР

Временная структура всплеска была аппроксимирована дельта-функцией, фурье-преобразование которой дает спектр ОРСа (рис. 2). Хотя спектр крайне нетепловой, тот факт, что нет низкочастотного обрыва, указывает на пренебрежимо малое синхротронное самопоглощение. Полезно было бы подтвердить этот вывод радионаблюдениями на более низких

* В оригинале — игра слов: pure означает и чистый и чистокровный (примечание переводчика).

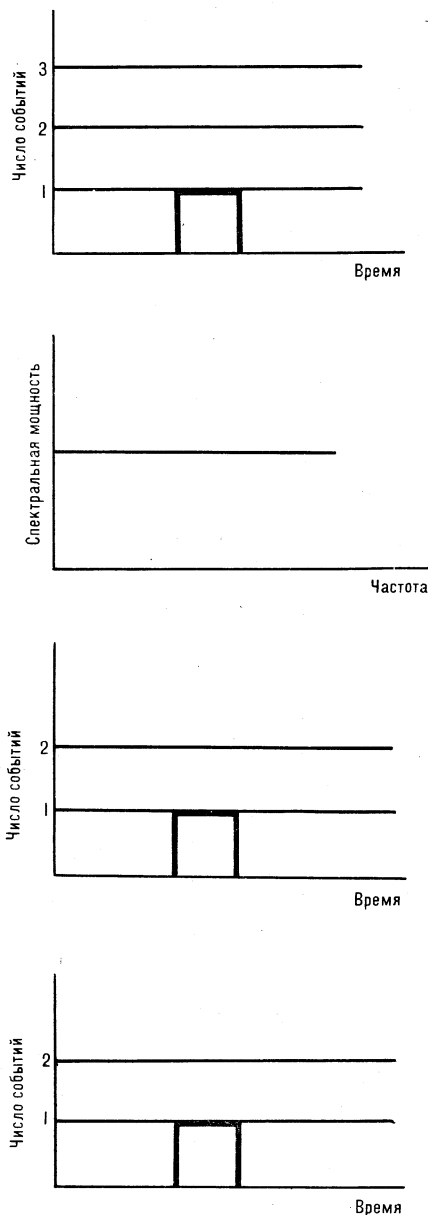
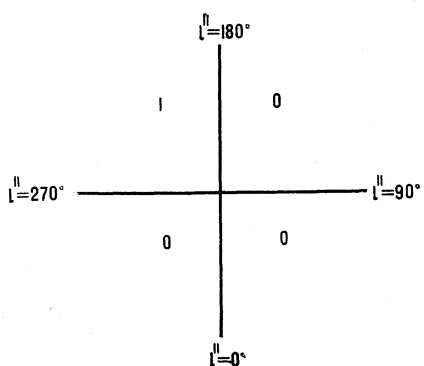


Рис. 1. Всплеск Z-излучения, зарегистрированный искусственным спутником Земли «Зулус-1»

Рис. 2. Спектр Z-источника

Рис. 3. Сигнал Z-излучения до (сверху) и после (внизу) наложения данных самих на себя



частотах. Для контроля согласованности данных сигнал был симметрично поделен на равные половины и наложен сам на себя (рис. 3). Результирующее совпадение оказалось превосходным. Пока не найдено спектральных линий поглощения, но это может быть вызвано тем, что достаточно сильный гравитационный потенциал «размывает» линии поглощения ниже нашего предела детектирования.

ВОЗМОЖНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ

В Паломарском атласе не найдено оптических объектов ярче 18-й величины в пределах прямоугольника ошибок 5° . Как раз в северной части последнего 2 октября 1973 года проходит самолетный след, но его измеренный голубой эксцесс ($B-V = +0,02$) недостаточно аномален, чтобы оправдать позитивную идентификацию.

Рис. 4. Число одноразовых событий в каждом галактическом квадранте

ВОЗМОЖНОЕ СЛУЧАЙНОЕ ЯВЛЕНИЕ

Хотя наблюдался только один случай ОРСа, не исключено, что фактически имеются два проецирующихся друг на друга источника. Однако вероятность этого, независимо вычисленная двумя разными авторами, равна, соответственно, 10^{-143} и 0,02, так что ею можно пренебречь.

ИЗОТРОПИЯ

Распределение по галактической долготе всей известной Z-радиации иллюстрируется рис. 4. Распределение изотропно, за исключением третьего квадранта.

ЧИСЛО ИСТОЧНИКОВ НА НЕБЕ

Поскольку мы наблюдали ОРС в течение 0,1 секунды, а возраст Вселенной 10^{10} лет ($3 \cdot 10^{17}$ секунды), то если каждая галактика проходит через Z-активную фазу, на небе должно находиться $3 \cdot 10^{18}$ незарегистрированных ОРСов. В космологических терминах этот вывод меняется лишь незначительно на фактор $(1+z)^4$, где z — красное смещение во Вселенной, для которой $q = +1$.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ

Свидетельств периодичности не наблюдалось.

$S^{-3/2}$ -распределение

ОРС определяет свою собственную $S^{-3/2}$ -кривую, на которую оно точно ложится. Следовательно, или это очень близкий объект (расстояние 1 см, поток 10^{-10} единиц потока), или космологически очень далекий (расстояние 10^{81} см, поток 10^{152} единиц потока).

ПОЛЯРИЗАЦИЯ

В течение ОРСа не наблюдалось ни линейной, ни эллиптической поляризации, так как никто их не смотрел.

ДИСКУССИЯ

Ни одно из известных ОРСов не совпадает с центрами богатых скоплений галактик, областями HII, закрытыми пылью звездами или радиоисточниками. Ни одно не совпадает с гравитационными всплесками Вебера. Поскольку отсутствие синхротронного самопоглощения исключает сверхновую, ОРС, очевидно, есть черная дыра. Оцениваемое число $3 \cdot 10^{18}$ ОРСов легко обеспечивает достаточную массу, чтобы сделать Вселенную замкнутой.

Согласно представленным здесь данным, необходим детектор с площадью, соответствующей штату Массачусетс, чтобы значительно увеличить частоту детектирования. В НАСА внесено предложение опутать штат Массачусетс детекторами, каждый в 3 см^2 , и запустить его на орбиту, чтобы отыскать оставшиеся ($3 \cdot 10^{18} - 1$) ОРСов. Ожидается мощная правительственная поддержка этого проекта.

Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1975 году

Амнуэль П. Р.—Черные дыры—сколько их?	6	Левин Б. Ю., Маева С. В.—Загадки происхождения и истории Луны	1
Богданов Д. В.—Тропические широты Мирового океана	1	Левин Б. Ю., Симоненко А. Н.—История одного метеорита	3
Большаков В. Д., Лаврова Н. П.—«Салют-3» фотографирует Землю	3	Леонтьев О. К.—Дно океана	2
Большой А. А.—Управление космическими аппаратами	5	Лозинская Т. А.—Петли галактического радиоизлучения	2
Бойко А. Д.—Внутри шарового звездного скопления	6	Лютый В. М.—Оптическая переменность рентгеновских источников	5
Бронштэн В. А.—Человек изучает атмосферу	6	Масайтис В. Л.—Астроблемы	6
Васильев Н. В.—Проблема Тунгусского метеорита	1	Николаев В. П.—Флуктуации солнечного света в море	1
Волков Ю. А., Фейгельсон Е. М.—Тепловой режим тропической атмосферы	3	Николов Н.—Астрономия в Болгарии за годы Народной власти	4
Геохланян Т. Х.—Стратосфера	2	Пушков А. Н.—Вековые вариации геомагнитного поля	6
Горохов А. И.—Первая экспедиция на «Салют-4»	4	Ребров М. Ф.—Байконур — Канаверал: единая программа	3
Городницкий А. М.—Магнитное поле океана	5	Самойленко В. С.—Программы «ПИГАП» и «ТРОПЭКС» в действии	3
Гребенников Е. А., Рябов Ю. А.—Загадки движения Урана и открытие Нептуна	4	Севастьянов В. И.—Космос — людям XX века	2
Гурзадян Г. А.—«Орион-2»: ультрафиолетовые спектры слабых звезд	3	Стрельницкий В. С.—Межзвездные мазеры и антимазеры — тепловые машины космоса	4
Дабижа А. И., Федынский В. В.—«Звездные раны» Земли и их диагностика геофизическими методами	3	Фонарев Г. А., Шнеер В. С.—Магнитные полюсы Земли	4
Денисов В. П.—Завтрашний день космонавтики	5	Хачатурьянц Л. С.—Международная орбитальная лаборатория	2
Ерошенко Е. Г.—Магнетизм Луны	5	Хргиан А. Х., Березин В. М., Еланский Н. Ф., Кузнецов Г. И., Петренко Н. П.—Озон как индикатор атмосферных процессов	2
Идельсон Н. И.—Лобачевский — астроном	1	Чугайнов П. Ф.—Звездные пятна, вспышки и литий	6
Изотов А. А.—Астрономо-геодезические методы изучения геодинамических проблем	4	Шевченко В. В.—Луна: 15 лет космических исследований	3
Косарев А. Н.—Проблемы южных морей СССР	3	Шулейкин В. В.—Развитие и движение тропических ураганов	1
Котляков В. М.—Ледники Земли и их использование в будущем	5	Эйнасто Я.—«Скрытая» масса в галактиках	3
Крупенин Н. Н.—Радиолокация Луны с космических аппаратов	2		
Кузнецов Б. Г.—Джордано Бруно и современность	5	К 30-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ	
Журильчик В. Н.—Кометообразные галактики	2	Александров С. Е.—Геодезисты на фронте	4
Лазарев А. И., Николаев А. Г., Севастьянов В. И.—Зори в космосе	2	Васнецов В. А.—Последний рейс «Персея»	4
Лазарев А. И.—Десять лет спустя	3	Кан С. И.—Ледовые переправы	4

Куницкий Р. В. —«Звезды смотрят вниз» на наши самолеты	4
Куницкий Р. В. —Как обучали астрономии штурманов в годы Великой Отечественной войны	5
Папанин И. Д.—Северный морской путь — фронту	4
Погосян Х. П.—Из метеорологической летописи военных лет	4
Пушков Н. В.—Научно-исследовательский институт земного магнетизма в годы Отечественной войны	4

ЛЮДИ НАУКИ

Еремеева А. И.—Петербургский астрофизик XVIII века	1
Еремеева А. И.—Гавриил Адрианович Тихов	6
Зингер Е. М.—Владимир Александрович Русанов	1
Кринов Е. Л.—Доброволец народного ополчения	3
Кулик Л. А.—Палласиты в индийских сагах	3
Матвеев Л. И.—Радиоастрономы — лауреаты Нобелевской премии	5
Памяти Глеба Александровича Чеботарева	6
Рычков В. В.—М. В. Певцов — выдающийся исследователь Центральной Азии	5

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Михайлов А. А.—Триста лет Гриничской обсерватории	5
Пасецкий В. М.—Декабристы и науки о Земле	6
Устинских А. Н.—На родине Русанова	2
Фиалков Д. Н.—«Каналы Ермака»	1
Ченакал В. Л.—Первые обсерватории Петербургской академии наук	6
Эйнасто Я., Йызвээр М.—Развитие теории эволюции звезд	2

ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

Можжерин В. М.—Крымская астрофизическая обсерватория	1
--	---

НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ

Порцевский К. А.—Планетарии мира	6
--	---

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Бронштэн В. А.—Московский пленум Центрального совета ВАГО	4
---	---

Буланже Ю. Д.—XVI Генеральная ассамблея МГГС	6
Генштафт Ю. С., Салтыковский А. Я.—IV Всесоюзное вулканологическое совещание	3
Генштафт Ю. С., Салтыковский А. Я.—Вулканизм ранних стадий Земли	6
Комберг Б. В.—«Скрытая» масса во Вселенной	4
Кутузов И. А.—Проблемы картографирования Луны	5
Рускол Е. Л.—Советско-американская конференция по космохимии Луны и планет	1
Тюфлин Ю. С.—Современные методы и результаты картографирования Луны и Марса	5

ЭКСПЕДИЦИИ

Гринберг В. М.—Три месяца на экваторе	2
Еремеева А. И.—И снова... за туманом и за запахом тайги	2
Латун В. С.—«Академик Вернадский» в порту Сукре	2
Озмидов Р. В.—От Северного тропика до Южного полярного круга	1
Цветков В. И.—Метеорит «не от того» болида	3

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Всехсвятский С. К.—Кометы — свидетели истории Солнечной системы	4
Дабига А. И., Красс М. С.—Земная жизнь взрывных метеоритных кратеров	5
Петров Г. И., Стулов В. П.—Новая гипотеза о Тунгусском метеорите	4

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Дивинский М. Л.—Итоги олимпиады в Киеве и астрономическое образование	3
Зигель Ф. Ю.—Об астрономии в школе будущего	6
Ильевский И. Д.—Своевременность обсуждения будущего курса астрономии	4
Карницкий П. Н.—Курс астрономии должен быть интересен учащимся	6
Куницкий Р. В. —К вопросу о преподавании астрономии	6
Левитан Е. П.—Курс астрономии в школе будущего	1
Леонов А. Н.—Школе нужна новая программа	6
Скляр Ю. А.—Каким быть школьному курсу астрономии	6
Сысоев И. И.—Полнее учитывать психологию усвоения знаний	6

Юшка А.—Ближайшее будущее астрономии в школе	4
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Гречко С. Я.—Юношеская обсерватория	2
Зоткин И. Т.—Страничка наблюдателей метеоролов	2, 5
Измайлов С. Р., Васильев В. П.—Интерактивные снимки Солнца	2
Коваль В. И.—«Служба неба» во Дворце пионеров	4
Лазаревский В. С.—Солнечные затмения в Москве	3
Лазаревский В. С.—Астрономические явления в 1976 году	6
Любимов Ю. К.—Фотографируем Луну в школьный телескоп	1
Подъяпольский А. Н.—«Девять писем одного года»	6
Цесевич В. П.—Великое противостояние Эроса	1
ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ	
Неяченко И. И.—Большая Медведица	4
Неяченко И. И.—Андромеда	6
В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО	
Степанов А. И.—Из истории Ленинградского отделения ВАГО	4
ФАНТАСТИКА	
Пухов М. Г.—Необычное столкновение	5
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
Гурштейн А. А.—500-летие Коперника в польской филателии	4
Рудов В. А.—Первый выход человека в космос	6
ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	
Супонин Д. В., Мильхикер М. А.—Мемориальный Дом-музей академика С. П. Королева	2
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Артемьев А. В., Радзиевский В. В.—«Гипотезы о звездах и Вселенной»	4
Куликовский П. Г.—Звездные атласы Михайлова	6
Ломов Б. Ф.—Человек — оператор в космосе	1
Максимачев Б. А.—Книга о профессии космонавта	3
Пановкин Б. Н.—«Планеты для людей»	3
Скуридин Г. А.—Новое в космонавтике и астрономии	3
Цуриков В. Л.—Новая популярная книга о льдах в море	2
Письма в редакцию	2, 3
Ответы на вопросы читателей	2
В конце номера	2, 3, 6

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Болид Циолковского	1
Бурение на вулкане	6
В полете «Венера-9 и -10»	4
Взаимодействие материи и антиматерии	5
Вспышка сверхновой в двойной системе	3
Встреча с читателями «Земли и Вселенной»	4
Второй пролет «Маринера-10» вблизи Меркурия	2
НЗ Геркулеса — тройная система?	4
Гигантский метеоритный кратер	3
Доза радиации близ Юпитера	5
Еще одна тепловая машина в земной атмосфере	5
Загадочная туманность в Лебеде	3
Задание Родины выполнили!	5
Запущен первый индийский спутник	3
Землетрясение в Карибском море	3
Изменение скорости вращения Земли	2
Интенсивность геомагнитного поля в прошлом	3
Ледяной поток	6
Малые газовые компоненты атмосферы	3
Метеорит Горловка	1
Метеорит Эгвекинот	4
Мы изучаем Вселенную	3
На орбите научная пилотируемая станция «Салют-4»	1
На околосолнечной орбите «Гелиос-1»	2
Наблюдения рентгеновских двойных	5
Нейтринное излучение из космоса	3
Необычные волны зыби	5
Неоновая атмосфера Плутона	2
Новая звезда в Лебеде	5
Новая Стрельца	3
Новое о Долине Гейзеров	4
Оледенение и вулканическая активность	6
Открытие крупного течения в Тихом океане	3
Океанская статистика	5
Падение метеорита в Нигерии	2
Падение метеорита в Новой Гвинее	5
Планета Зоя	2
Погода и вредные примеси в городском воздухе	2
Полет «Союза-16»	1
Полет «Интеркосмоса-13»	3
Послание внеземным цивилизациям	4
Присуждение премии имени О. Ю. Шмидта	4
Природа лунного альbedo	1
Природа V-образных хребтов на Луне	3
Прогноз землетрясений с помощью звезд	4
Происхождение «изборожденных земель»	4
Пульсар в двойной системе	3
Пульсар в Крабовидной туманности — компонент двойной системы	5
Работа космонавтов А. А. Губарева и Г. М. Гречко на станции «Салют-4»	2
Работа космонавтов П. И. Климук и В. И. Севастьянова на станции «Салют-4»	4
Рентгеновское излучение Капеллы	5

Самая далекая галактика	6	Третий визит «Маринера-10» к Меркурию	5
Скорпион X-1 — двойная система	1	Тринадцатый спутник Юпитера	2
Слышу метеоры	4	«Ультрафиолетовый пульсар»	4
Смена полярности магнитного поля Земли	3	Уникальный сель в Хибинах	2
«Снежный лед»	1	Успехи астрохимии	5
«Союз» — «Апсидон»: программа выполнена	4	«Физика и Вселенная»	4
Стабилизированный буй на Черном море	1	Холодная пленка моря	3
Тесные пары квазаров — реальность или эффекты проекций?	1	Электронные машины для метеорологических прогнозов	2
Течение Тареева	5	Юбилей академика М. А. Садовского	4
Торнадо в 1974 году	2	Юбилей А. А. Штернфельда	5

С Новым годом, дорогие читатели!

6 НОЯБРЬ 1975 ДЕКАБРЬ **ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ**

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ
 Ответственный секретарь кандидат пед. наук Е. П. ЛЕВИТАН
 Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географ. наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географ. наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ

Адрес редакции: 117333 Москва, В-333, Ленинский пр., д. 61/1.
 Тел. 135-64-81, 135-63-08

Художественный редактор
 Л. Я. Шимкина

Корректоры: С. М. Веритэ и Т. Н. Морозова

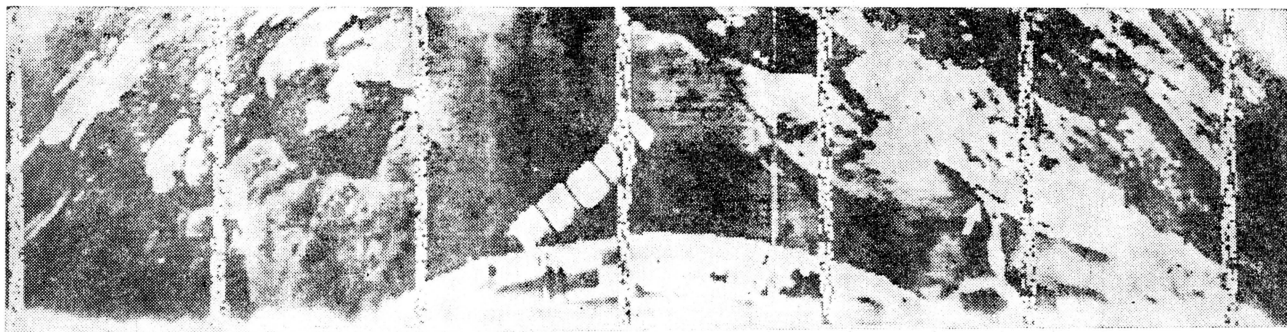
Номер оформили: Е. К. Верентинова, Т. А. Григорьева, М. М. Златковский, А. Г. Калашникова, В. И. Кноп

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна

T-19517. Подписано к печати 25/XI—1975 г.
 Цена 40 коп. Заказ 2796.
 Формат бумаги 84×108¹/₁₆. Бум. л. 3. Печ. л. 10,08. Уч.-изд. л. 11,4. Тираж 45 000 экз.

2-я типография издательства «Наука».
 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Успешное завершение полета автоматических станций «Венера-9» и «Венера-10»



(Продолжение. Начало на 2-й странице обложки.)

25 октября в 8 часов 17 минут московского времени спускаемый аппарат автоматической станции «Венера-10» совершил мягкую посадку на поверхность планеты на расстоянии около 2200 км от места посадки спускаемого аппарата «Венера-9». На Землю передано панорамное изображение еще одного участка поверхности Венеры.

Межпланетная станция «Венера-10» выведена на околопланетную орбиту и стала вторым искусственным спутником Венеры.

Станция «Венера-10» была запущена с территории Советского Союза 14 июня 1975 года. В ходе полета по межпланетной траектории со станцией поддерживалась регулярная устойчивая радиосвязь. С помощью приборов, установленных на борту автоматической станции, проводились научные исследования физических процессов, протекающих в космическом пространстве на трассе полета. Научная информация и данные о работе систем и аппаратуры станции регулярно передавались на Землю. В соответствии с программой полета 21 июня и 18 октября 1975 года были проведены коррекции траектории движения станции.

23 октября от станции отделился спускаемый аппарат с научной аппаратурой на борту. Вход аппарата в атмосферу Венеры, снижение и посадка на поверхность планеты осуществлялись так же, как снижение и посадка спускаемого аппарата автоматической станции «Венера-9».

Станция «Венера-10» вышла на орбиту искусственного спутника Венеры с периодом обращения около двух суток.

Во время снижения спускаемого аппарата, длившегося 75 минут, с помощью установленных на борту научных приборов измерялись физико-химические параметры и оптические характеристики атмосферы Венеры, исследовалась структура облачного слоя. После посадки в течение 65 минут проводились съемка поверхности планеты, измерение освещенности, физических свойств и характера грунта в месте посадки. При этом температура на поверхности планеты достигла 465°C , давление — 92 атм, скорость ветра — около 3,5 м/с. Бортовой радиокомплекс станции «Венера-10» обеспечивал ретрансляцию результатов этих измерений на Землю.

Таким образом, впервые в двух различных районах поверхности Венеры проведены практически одно-

временные независимые научные измерения и панорамные съемки поверхности. Начаты комплексные исследования планеты и околопланетного пространства с использованием двух искусственных спутников «Венера-9» и «Венера-10», которые находятся на различных орбитах.

На борту второго искусственного спутника Венеры — автоматической станции «Венера-10» установлен выпел с барельефом Владимира Ильича Ленина. На спускаемом аппарате установлен выпел с изображением Государственного герба СССР.

Научная информация, полученная со спускаемых аппаратов автоматических станций «Венера-9» и «Венера-10» и с борта советских искусственных спутников планеты, существенно расширяет наши знания о Венере, обогащает науку о природе Солнечной системы.

Результаты космического эксперимента обрабатываются и анализируются в институтах Академии наук СССР.

Успешное осуществление полета двух автоматических станций к Венере, мягкая посадка на поверхность планеты двух спускаемых аппаратов, передача изображения ее поверхности из двух различных районов, а также проведение двумя орбитальными станциями одновременных комплексных исследований Венеры — выдающееся достижение советской космонавтики, вносящее крупный вклад в развитие мировой науки.

По материалам Сообщений ТАСС («Правда» от 23 и 26 октября 1975 г.)

Изображение поверхности планеты Венера в месте посадки спускаемого аппарата станции «Венера-10». Внизу: светлый сегмент — часть посадочного устройства. Светлая полоса из пяти секций — сброшенный защитный кожух телескопической трубки. Лежащий на поверхности плотномер (показан стрелкой). Полосы на снимке — участки передачи информации о работе научной аппаратуры. (Изображение публикуется без предварительной обработки)

Фотохроника ТАСС



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 40 КОП
ИНДЕКС 70336